

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-212740

(43)Date of publication of application : 11.08.1998

(51)Int.Cl.

E02F 9/20

(21)Application number : 09-031204

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 30.01.1997

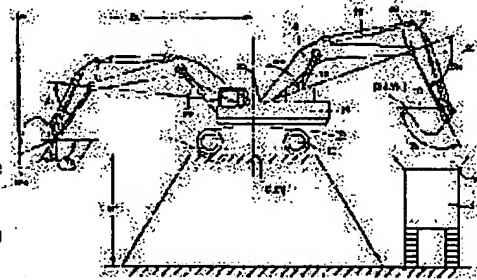
(72)Inventor : ICHIKAWA ICHIO  
OSHIMA HIROSHI  
ITO TOGO

## (54) AUTOMATIC EXCAVATING METHOD FOR HYDRAULIC SHOVEL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the throw-in of sediment from a hydraulic shovel set on a high table by, after the hydraulic shovel is set on the high table and a downward excavation start position is instructed, extending and contracting a working machine on a program, and detecting the excavated quantity, and pulling in an arm according to the excavated quantity.

SOLUTION: Working apparatus such as a boom 14, an arm 15 and a basket 16 are provided on a turning table 13 attached to a car body 12. A command for moving the working machine is output to driving means according to signals sent from a position sensor and a turning position sensor and a stored program to oscillate the working machine for automatically carry out excavation and mud discharge. Thus, after an excavation start position for a sediment lower than the high table 1 is instructed, the working machine is automatically extended and contracted by the program, and an excavated quantity is detected, and the arm is pulled in according to the excavated quantity. Since an operator may be given only the teaching of the initial excavating position, even an unskilled operator may be satisfactory, and the teaching becomes easy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The swivel base attached in the car body free [ revolution ], and the activity machine which consists of the boom attached in the swivel base free [ rocking ], an arm, a bucket, etc., While receiving the signal from the position sensor which detects the location of an activity machine, the revolution position sensor which detects the location of the revolution direction of the activity machine to a swivel base, and a position sensor and a revolution position sensor The controller which outputs the command to which an activity machine is automatically moved by the program remembered to be the signal, In the automatic digging approach of a hydraulic excavator of having the driving means which makes an activity machine rocking by the command of a controller, and doing digging and the activity of earth removal automatically, while installing a hydraulic excavator in the heights of predetermined height The automatic digging approach of the hydraulic excavator characterized by detecting the amount of digging excavated when making an activity machine expand and contract automatically by the program and excavating, after teaching the digging starting position of downward earth and sand from heights, raising a boom and an arm according to the amount of digging, and lowering and carrying out.

[Claim 2] The automatic digging approach of the hydraulic excavator according to claim 1 characterized by teaching the location of the earth removal means arranged caudad, circling in the predetermined direction from a digging location, and carrying out earth removal in an earth removal location from the heights of predetermined height in which the hydraulic excavator was installed.

[Claim 3] Next digging is claim 1 characterized by excavating a swivel base by the maximum outside width of bucket in the last digging location in the digging location [ ZURA / in the revolution direction / location ], or the automatic digging approach of a hydraulic excavator according to claim 2.

[Claim 4] Claim 1 characterized by preparing a digging limit of the include angle which can be excavated in the rocking direction of an activity machine when carrying out digging initiation of the heights with the hydraulic excavator installed in heights, or the automatic digging approach of a hydraulic excavator according to claim 2.

[Claim 5] Initiation of excavation work and the command of termination are the automatic digging approach of claim 1 characterized by making operation more possible outside a hydraulic excavator than a way to one of hydraulic excavators according to claim 4.

[Claim 6] The automatic digging approach of one which considers as digging initiation when the pressure by the side of the bottom of the arm hydraulic cylinder which is one of the driving means which makes an activity machine rock reaches the 1st predetermined pressure, and is characterized by performing contamination of a bucket, or raising actuation of a boom when the 2nd predetermined pressure is reached of hydraulic excavators according to claim 1.

[Claim 7] It is the automatic digging approach of the hydraulic excavator characterized by changing and carrying out earth removal of the rocking approach of a bucket so that it may concentrate on the thickness of homogeneity all over a loading platform in a dump truck and it may concentrate an earth removal means in the predetermined width of face of a hopper with a crusher in the automatic digging approach of a hydraulic excavator according to claim 2 using

hoppers, such as a dump truck or a crusher.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] With respect to the automatic digging approach of a hydraulic excavator, especially this invention installs a hydraulic excavator in heights, and relates to the automatic digging approach of the hydraulic excavator which can be performed automatically and easily to feed earth and sand into a dump truck or a crusher with the hydraulic excavator.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, digging and the approach of carrying out earth removal are automatically learned for the hydraulic excavator. This approach creates a program beforehand, after the thing which it is stored in stores, such as a controller, and performs it, or an operator operates a hydraulic excavator, stores that actuation in stores, such as a controller, by the CHINGU, and has some which work repeatedly by that the CHINGU. These people have also proposed the activity automated equipment of a JP,3-250045,A (Japanese Patent Application No. No. 250045 [ one to ]) hydraulic-drive machine. Operating the 1st time with a manual operation means beforehand, when the 1st purpose does the same activity repeatedly, 2nd henceforth enables it to make a repeat activity do automatically according to this official report. Moreover, the 2nd purpose amends and reproduces only the amount which intervened by lever actuation at the time of the next automatic activity by intervening lever actuation and correcting an automatic activity while doing the automatic activity. It is indicated that remedial operation can be made to mitigate in the case of a repeat automatic activity as a re-activity is started from the last amendment location even if it does not start from an initial valve position again.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the conventional technique, there is no revolution function, it is the the CHINGU playback of a control lever, whenever it is revolution, manual operation is required, and since the configurations of a digging location differ each time, it cannot excavate. Moreover, in order to carry out earth removal, revolution and activity machine actuation (raising of a boom and an arm) are required, and if a digging location changes, there is a problem that it cannot respond, in the first the CHINGU playback function. Furthermore, it is troublesome to repeat until it does the activity good while a veteran's operator needs to operate the CHINGU from digging with a manual operation means beforehand, since it is necessary to perform loading further and a next activity is decided by the quality of the actuation, revolution. Moreover, when it works by installing a hydraulic excavator in the flat ground, circling from a low digging location to a high earth removal location, an activity machine must be gone up to an earth removal location, 1 cycle time becomes long, and there is a problem that workability is bad.

[0004] This invention was made paying attention to the above-mentioned trouble, with respect to the automatic digging approach of a hydraulic excavator, especially, installs a hydraulic excavator in heights and aims at offering the automatic digging approach of the hydraulic excavator which can be performed automatically and easily to feed earth and sand into a dump truck or a crusher with the hydraulic excavator.

[0005]

[Means for Solving the Problem] By invention of the automatic digging approach of the hydraulic excavator concerning this invention, for the above-mentioned purpose achievement The swivel base attached in the car body free [ revolution ], and the activity machine which consists of the boom attached in the swivel base free [ rocking ], an arm, a bucket, etc., While receiving the signal from the position sensor which detects the location of an activity machine, the revolution position sensor which detects the location of the revolution direction of the activity machine to a swivel base, and a position sensor and a revolution position sensor The controller which outputs the command to which an activity machine is automatically moved by the program remembered to be the signal, In the automatic digging approach of a hydraulic excavator of having the driving means which makes an activity machine rocking by the command of a controller, and doing digging and the activity of earth removal automatically, while installing a hydraulic excavator in the heights of predetermined height The amount of digging excavated when making an activity machine expand and contract automatically by the program and excavating, after teaching the digging starting position of downward earth and sand from heights is detected, and it is characterized by drawing an arm according to the amount of digging. By the above-mentioned approach, an operator moves an activity machine to the digging location to begin, it is only carrying out tee CHINGU of that location, and at the time of this digging, although a load increases, according to that load, raises a boom and an arm, and lowers and does them, while making an activity machine expand and contract automatically by the program after that and excavating. For this reason, tee CHINGU becomes easy while an operator may not be an operator in whom and it only became skillful that tee CHINGU of the digging location to begin may be carried out.

[0006] Moreover, it is characterized by teaching the location of the earth removal means arranged caudad, circling in the predetermined direction from a digging location, and carrying out earth removal in an earth removal location from the heights of predetermined height in which the hydraulic excavator was installed. By the above-mentioned approach, an operator moves an activity machine to a downward earth removal location from heights, it is only carrying out tee CHINGU of the location, and it circles, and he moves and does earth removal of the activity machine to an earth removal location while making an activity machine expand and contract automatically by the program after that. For this reason, since it becomes that what is necessary is just to go up an activity machine to a low earth removal location and a swing speed is made early, circling from a low digging location, 1 cycle time can be shortened and workability improves.

[0007] Moreover, next digging is characterized by excavating a swivel base by the maximum outside width of bucket in the last digging location in the digging location [ ZURA / in the revolution direction / location ]. By the above-mentioned approach, sequential migration of the activity machine is automatically carried out in the revolution direction by the maximum outside width of bucket by the program, and the digging range is excavated. For this reason, since the location which adjoined in the revolution direction is excavated, resistance of one side decreases and digging is early possible.

[0008] Moreover, when carrying out digging initiation of the heights with the hydraulic excavator installed in heights, it is characterized by preparing a digging limit of the include angle which can be excavated in the rocking direction of an activity machine. When carrying out digging initiation by the above-mentioned approach, an activity machine excavates only the range which can be excavated in the rocking direction. For this reason, while excavating the lower part of the base carrier which supports a hydraulic excavator is lost and aiming at fall prevention of a hydraulic excavator, excavation work is carried out to insurance.

[0009] Moreover, it is characterized by enabling operation of initiation of excavation work, and the command of termination from a way outside a hydraulic excavator. Since the command of starting of digging initiation of a hydraulic excavator etc. or termination can be performed the outside [ way ] of the location distant from the hydraulic excavator by the above-mentioned approach, while excavation work is carried out to insurance, since it can be managed even if it does not go to a hydraulic excavator one by one, workability improves.

[0010] Moreover, when the pressure by the side of the bottom of the arm hydraulic cylinder which is one of the driving means which makes an activity machine rock reaches the 1st predetermined pressure, it considers as digging initiation, and when the 2nd predetermined pressure is reached, it is characterized by performing contamination of a bucket, or raising actuation of a boom. When the load pressure concerning an arm hydraulic cylinder was detected, an arm is operated, earth and sand are loaded into a bucket and the pressure reaches the 2nd predetermined pressure by the above-mentioned approach, contamination of a bucket or raising actuation of a boom is performed. For this reason, while earth and sand are certainly loaded into a bucket, a bucket can be operated, without stopping.

[0011] Moreover, it is characterized by an earth removal means changing and carrying out earth removal of the rocking approach of a bucket so that it may concentrate on the thickness of homogeneity all over a loading platform in a dump truck and it may be concentrated in the predetermined width of face of a hopper with a crusher using hoppers, such as a dump truck or a crusher. Since it moves to a longitudinal direction and earth removal of the location of the height direction of an earth removal means is carried out in a dump truck by the above-mentioned approach, without changing, earth removal can be carried out to the thickness of homogeneity on the whole surface. Moreover, in a crusher, since earth removal is carried out without changing the location of the height direction of an earth removal means, and a longitudinal direction, earth removal can be carried out so that it may concentrate on the one-point section in predetermined width of face. For this reason, in a dump truck, loading can be done for a loading platform gently-sloping on the average. Moreover, in a crusher, since earth removal can be intensively carried out to a hopper area, the earth removal of the \*\*\*\*\* of earth and sand can be efficiently carried out few also with a small hopper.

[0012]

[Example] Below, the example of the automatic digging approach of the hydraulic excavator concerning this invention is explained in full detail with reference to a drawing. A side elevation for drawing 1 to explain the automatic digging approach with a hydraulic excavator 10 and drawing 2 are the block diagrams showing structure. However, in the block diagram of drawing 2, in order to simplify illustration, some components were omitted and have given the notation to the same components as it. It sets to drawing 1 and drawing 2, and a hydraulic excavator 10 is the height of a predetermined foundation (H0). It is arranged on base top 1 or the earth and sand which the surroundings excavate. It is near the perimeter of base top 1, and a crusher 2 is arranged within the limits of [ activity / Za ] the activity machine 11 of a hydraulic excavator 10, and the earth and sand excavated with the hydraulic excavator 10 are discharged in the portable type crusher 2. At this time, the height of base top 1 on which a hydraulic excavator 10 is put, and the height of the portable type crusher 2 are put on the almost same height. Although the portable type crusher 2 was used above, you may make it carry in a dump truck instead of the portable type crusher 2.

[0013] Free [ the revolution to a base carrier 12 ], a revolving superstructure 13 is attached and is attached in the revolving superstructure 13 by the hydraulic excavator 10 free [ rocking of a boom 14, an arm 15, and the activity machine 11 that consists of bucket 16 grade ]. A revolving superstructure 13 is driven by the revolution motor 17, and drives a boom 14, an arm 15, and a bucket 16 by the boom cylinder 18, the arm hydraulic cylinder 19, and the bucket hydraulic cylinder 20, respectively. In drawing 2, each cylinder and the revolution motor 17 receive the pressure oil from the hydraulic pump 22 driven with an engine 21 through each hydraulic control valve 23, and operate. A hydraulic control valve 23 switches in response to the pilot pressure from the electromagnetic-control valve 24, and supplies a pressure oil to each cylinder of each and the revolution motor 17. The electromagnetic-control valve 24 switches in response to the signal from the control section 40 for unattended operation which consists of a controller etc., supplies a pilot pressure to a hydraulic control valve 23, and switches a hydraulic control valve 23. Moreover, a hydraulic control valve 23 switches in response to the command from the control section 30 for cars at the time of operation by the usual manual operation, and can also supply a pressure oil to each cylinder of each and the revolution motor 17.

[0014] Moreover, the boom pressure sensor 31 which measures each pressure, the arm pressure

sensor 32, and the bucket pressure sensor 33 are attached in the boom cylinder 18, the arm hydraulic cylinder 19, and the bucket hydraulic cylinder 20. The arm include-angle detection sensor 36 which detects a rocking include angle [ as opposed to / in the boom-angle detection sensor 35 which detects the rocking include angle to a revolving superstructure 13 into a boom 14 / a boom 14 in an arm 15 ] is attached. The bucket stroke sensor 37 which measures the die length of a cylinder and detects rocking of a bucket is attached in the bucket hydraulic cylinder 20. Or the angle sensor which carries out direct detection of the rocking of a bucket is sufficient. The revolution angle sensor 38 which detects the revolution include angle to a base carrier 12 is attached in the revolving superstructure 13. It connected with the control section 40 for unattended operation, and each sensor has transmitted the signal. The antenna 41 for wireless is connected to the control section 40 for unattended operation, and the unattended operation of the hydraulic excavator 10 can be carried out by the command from the outside. Moreover, easy [ of the radio control control panel 42 which outputs a command to a hydraulic excavator 10 from the exterior ] is carried out as an object for operators. The sender 43 for hoppers which outputs detection of the propriety of the earth removal to hopper 2a and its signal is arranged. The sender 43 for hoppers is equipped with sensor 43a for hopper earth removal detection which detects whether they are whether the portable type crusher 2 (MC) is in the condition that it can crush, and no.

[0015] In the above, in order to explain below, drawing 1 , drawing 3 , and the notation shown in drawing 4 are added to each part. The zero of the longitudinal direction of a hydraulic excavator 10 is made into a center line of rotation  $Oa$ , and it is the height of base top 1 ( $H0$ ) about the zero of the height direction. It is carrying out. Moreover, height of base top 1 ( $H0$ ) The intersection with a center line of rotation  $Oa$  is set to  $(0, 0)$ . The intersection which attaches a boom 14 in a revolving superstructure 13 is set to  $(X0, Y0)$ . A dimension  $L1$ ,  $L2$ , and  $L3$  It is a dimension for asking for location 16a at the tip of a bucket 16, and is  $L1$ . It is the die length of a boom 14  $L2$  It is the die length of an arm 15  $L3$  The die length of a bucket 16 is shown. A B point shows a digging start point ( $XB$  and  $YB$ ) in the location on the ground. C point shows a rest start point ( $XC$  and  $YC$ ) in the location on the ground in case the edge of a blade of a bucket 16 does not excavate the ground of the base-carrier 12 bottom. delta shows whenever [ angle-of-repose / in case the edge of a blade of a bucket 16 does not excavate the ground of the base-carrier 12 bottom ]. Moreover, Line  $Wa$  shows a rest line in case the edge of a blade of a bucket 16 does not excavate the ground of the base-carrier 12 bottom.  $L0$  The die length of base top 1 from an intersection  $(0, 0)$  in case the edge of a blade of a bucket 16 does not excavate the ground of the base-carrier 12 bottom is shown.  $(XCi, YCi)$  show the point of edge-of-a-blade 16a of a bucket 16 to a rest line.

[0016] Next, the notation shown in drawing 4 is added to each part about the revolution direction. Zero  $\theta_H$  of the revolution direction of a hydraulic excavator 10 It considered as the shipping location (H) and drawing 4 has prescribed the revolution include angle clockwise. Moreover, you may specify reversely [ this ] counterclockwise. zero  $\theta_H$  of a shipping location (H) from — the include angle to a digging starting position (S) — the include angle from digging initiation revolution include-angle  $\theta_S$  and a digging starting position (S) to a digging termination location (E) — digging termination revolution include-angle  $\theta_E$  and zero  $\theta_H$  of a shipping location (H) from — it is referred to as  $i$ -th digging position angle whenever  $\theta_{Hi}$ . revolution location  $\theta_{Hi}$  — revolution termination — being shown —  $\theta_{Hi} = \theta_S + \theta_E$  it is . Moreover, each posture at the time of digging termination and shipping (at the time of conveyance) shows each include angle of the boom 14 of the activity machine 11, an arm 15, and a bucket 16 to drawing 1 and drawing 3 at the time of digging initiation. It is bucket-crowding initiation include-angle  $\gamma_S$  about the rocking include angle of the bucket [ as opposed to arm digging initiation include-angle  $\beta_S$  and an arm 15 for the rocking include angle of the arm / as opposed to boom digging initiation include-angle  $\alpha_S$  and a boom 14 for the rocking include angle of the boom / on drawing 3 and as opposed to a revolving superstructure 13 by the time of digging initiation / 14 / 15 ] 16. It is carrying out. Moreover, it sets to drawing 1 and they are boom digging termination include-angle  $\alpha_E$ , arm digging termination include-angle  $\beta_E$ , and bucket-crowding termination include-angle  $\gamma_E$  by the time of digging termination. It is



carrying out. Moreover, in the time of shipping (at the time of conveyance), it is considering as boom shipping position angle whenever  $\alpha H$ , arm shipping position angle whenever  $\beta H$ , bucket shipping position angle whenever  $\gamma H$ , and the location ( $XH$ ,  $YH$ ) of the edge of a blade.

[0017] Next, actuation of unattended operation is first explained using drawing 5 and drawing 2. First, in advance of digging initiation, the activity machine 11 of a hydraulic excavator 10 is moved to the digging start point  $S11$ , ending [ digging ] point  $E1e$ , and an earth removal location point ( $H$ ), switch 40a is pushed at each point, and it is a digging field (the range of  $ES11$  to  $1e$ ). And an earth removal location is inputted into the storage section of the control section 40 for unattended operation. Next, if an input is completed, after getting down from a hydraulic excavator 10, operating the radio control control panel 42 and moving the activity machine 11 to the digging start point  $S11$ , automatic digging operation is started by pushing an activity initiation switch. After excavating by the digging start point  $S11$ , it circles to the counterclockwise rotation  $Ra$  of illustration, and earth removal is carried out to the portable type crusher 2 at an earth removal location point ( $H$ ). It circles clockwise in after earth removal completion with the portable type crusher 2, and only an outside width of bucket ( $Ba$ ) excavates by shifting a digging location to  $S12$  from the digging start point  $S11$ . If a digging location is excavated by  $S12$ , like the above, it will circle and earth removal will be carried out to the portable type crusher 2 at an earth removal location point ( $H$ ). This activity is repeated to ending [ digging ] point  $E1e$ . If excavation work is completed by ending [ digging ] point  $E1e$ , next, only an outside width of bucket ( $Bb$ ) will be shifted to a cross direction, and the digging location of  $S21$  will be excavated. If it excavates by  $S21$ , only an outside width of bucket will excavate by shifting a digging location to  $S22$  from the digging start point  $S21$  like the above. This activity is repeated to ending [ digging ] point  $E2e$ . If this digging is performed to  $E1e$  or  $E2e$ , it will check whether they are whether the edge of a blade of the bucket 16 under digging excavates the ground of the base-carrier 12 bottom, and no each time. In excavating the ground of the base-carrier 12 bottom, it ends the excavation work by unattended operation. A halt of an activity or an emergency stop can be performed by pushing a halt or emergency stop switch of the radio control control panel 42 during excavation work. Moreover, it is LED of a switching and balancing box at this time. The light is switched on. When resuming an activity, an activity can be again started by pushing a halt canceling switch.

[0018] Next, an automation system flowchart explains using drawing 9 from drawing 6 concretely. At step 1, either of the shipping approaches mentioned later for details is chosen. This shipping approach chooses either a dump truck ( $HD$ ) or the portable type crusher 2 ( $MC$ ) by switch 40a currently arranged in the control section 40 for unattended operation. At step 2, an operator operates a hydraulic excavator 10 and does tee CHINGU of a digging starting position ( $S$ ), a digging termination location ( $E$ ), and the shipping location ( $H$ ) at the control section 40 for unattended operation of a hydraulic excavator 10 according to each location. the digging initiation posture in this digging starting position ( $S$ ) is shown in drawing 3 or drawing 4 — as — the revolution angle sensor 38 — digging initiation revolution include-angle  $\theta S$  the boom-angle detection sensor 35 — boom digging initiation include-angle  $\alpha S$  the arm include-angle detection sensor 36 — arm digging initiation include-angle  $\beta S$  and the bucket stroke sensor 37 — bucket-crowding initiation include-angle  $\gamma S$  It is detected and the control section 40 for unattended operation memorizes. similarly, a digging termination posture is shown in drawing 1 or drawing 4 — as — the revolution angle sensor 38 — digging termination revolution include-angle  $\theta E$  the boom-angle detection sensor 35 — boom digging termination include-angle  $\alpha E$  the arm include-angle detection sensor 36 — arm digging termination include-angle  $\beta E$  and the bucket stroke sensor 37 — bucket-crowding termination include-angle  $\gamma E$  It is detected and the control section 40 for unattended operation memorizes.

[0019] the posture in a shipping location ( $H$ ) — the revolution angle sensor 38 — shipping location  $\theta H$  the boom-angle detection sensor 35 — boom shipping position angle whenever  $\alpha H$  the arm include-angle detection sensor 36 — arm shipping position angle whenever  $\beta H$  and the bucket stroke sensor 37 — bucket shipping position angle whenever  $\gamma H$  It is detected and the control section 40 for unattended operation memorizes. At this time, moreover,

distance (XH) from the center line of rotation O of the edge of a blade of a bucket 16 and height from base top 1 (YH), namely, the location (XH, YH) of the edge of a blade — boom shipping position angle whenever  $\alpha_H$  and arm shipping position angle whenever  $\beta_H$  And bucket shipping position angle whenever  $\gamma_H$  the height of the boom 14 attached in the die length of each boom 14, an arm 15, and a bucket 16, and a revolving superstructure 13 — since — it asks by well-known operation expression by the control section 40 for unattended operation, and the control section 40 for unattended operation memorizes.

[0020] At step 3, an operator moves a bucket 16 to the digging starting position S, and he outputs a command so that a hydraulic excavator 10 may start unattended operation from the exterior from the radio control control panel 42 to the control section 40 for unattended operation through the antenna 41 for wireless of a hydraulic excavator 10. At step 4, sensor 43a for hopper earth removal detection detects whether they are whether an injection of the earth and sand to hopper 2a is possible for the portable type crusher 2 (MC), and no. At step 5, it has judged whether they are whether an injection of the earth and sand to hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC) is possible, and no. When an injection of the earth and sand to hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC) is no at step 5, it returns to step 4. When an injection of the earth and sand to hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC) is possible, it goes to step 6 by step 5, and the control section 40 for unattended operation supplies the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 for the object for the arms of a hydraulic control valve 23 to an arm hydraulic cylinder 19 according to an automatic program at it. Thereby, it elongates, only  $\Delta\beta$  draws an arm 15 near to a car-body side, and an arm hydraulic cylinder 19 saves earth and sand into a bucket 16 by arm digging.

[0021] at step 7, the bottom pressure of an arm hydraulic cylinder 19 turned into the predetermined pressure PA 1 with the signal from the arm pressure sensor 32 by the arm crowding of step 6, the bottom pressure of no or a bucket hydraulic cylinder 20 turned into the predetermined pressure PB1 with the signal from the bucket pressure sensor 33, or it comes out in no, there are earth and sand, and non-\*\* is judged. In not reaching a pressure predetermined at step 7, it performs return arm digging to step 6 until it reaches a predetermined pressure. a pressure predetermined at step 7 is reached, and when there were earth and sand, and they come out and it is judged that digging is possible, it goes to step 8. At step 8, the control section 40 for unattended operation supplies the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 for the object for arms and the object for buckets of a hydraulic control valve 23 to an arm hydraulic cylinder 19 and a bucket hydraulic cylinder 20 according to an automatic program. thereby — an arm hydraulic cylinder 19 and a bucket hydraulic cylinder 20 — elongating — an arm 15 — a car-body side — further  $\Delta\beta_1$  only — while drawing near, only  $\Delta\gamma$  rotates a bucket 16 and earth and sand are saved into a bucket 16.

[0022] step 9 — the bottom pressure of an arm hydraulic cylinder 19 and the bottom pressure of a bucket hydraulic cylinder 20 judge the digging load according to the signal from the bucket pressure sensor 33 with arm digging and bucket crowding of step 8 with the pressure PB2 predetermined in the pressure PA 2 predetermined in the bottom pressure of an arm hydraulic cylinder 19, and the bottom pressure of a bucket hydraulic cylinder 20 by the signal from the arm pressure sensor 32 and the bucket pressure sensor 33. If both bottom \*\* become larger than a predetermined value (PA2, PB2) at step 9, it will go to step 10. At step 10, the control section 40 for unattended operation supplies the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 for the object for the booms of a hydraulic control valve 23 to the bottom side of a boom cylinder 18 according to an automatic program. Thereby, it elongates and a boom cylinder 18 is the upper part. — Boom \*\* performs \*\* and only  $\Delta\alpha$  raises a bucket 16. Thereby, a bucket 16 can scoop up earth and sand, without stopping. If boom \*\* performs the time when both bottom \*\* have a small predetermined value (PA2, PB2) at step 9 and performs \*\* at step 10, it will go to step 11. At step 11, an arm hydraulic cylinder 19 judges a stroke end and no. If it is not a stroke end, it will go to step 12. Moreover, if it is a stroke end, digging will be ended, it will go to step 17, and a bucket crowding (bucket contamination) will be performed.

[0023] At step 12, it has judged whether they are whether the distance xci over the edge of a blade and the base carrier 12 of a bucket 16 under digging is larger than the predetermined

distance XCI, and no. This predetermined distance XCI is set as the distance which does not excavate the base-carrier 12 bottom by the edge of a blade of the bucket 16 under digging. This predetermined distance XCI is determined by the locus of the bucket 16 shown in drawing 3.

The predetermined distance XCI is the  $i$ -th  $x$ -coordinate on a rest line. When distance xci is larger than the predetermined distance XCI, in order that the edge of a blade of the bucket 16 under digging may not excavate the ground of the base-carrier 12 bottom, it goes to step 13 by step 12. At step 13, it has judged whether they are whether the bucket include angle turned into 270 degrees and no. 270 degrees (= boom-angle  $\alpha$ + arm include-angle  $\beta$ + bucket include angle  $\gamma$ ) of this bucket include angle are an include angle at which earth and sand were loaded into the bucket 16, and may be set up near [ this ] the 270 degrees.

[0024] the case where go to step 14 when a bucket include angle turns into 270 degrees at step 13, and it does not become 270 degrees — step 8 — return and an arm 15 — a car-body side — further  $\delta\beta_1$  only — while drawing near, only  $\delta\gamma$  rotates a bucket 16 and earth and sand are saved into a bucket 16. When distance xci is smaller than the predetermined distance XCI, in order that the edge of a blade of the bucket 16 under digging may excavate the ground of the base-carrier 12 bottom, it goes to step 15 by step 12. At step 15, it elongates and the boom cylinder 18 as well as step 10 is the upper part. — Boom \*\* performs \*\* and only  $\delta\alpha$  raises a bucket 16. The edge of a blade of the bucket 16 under digging stops thereby, excavating the ground of the base-carrier 12 bottom.

[0025] If boom \*\* performs \*\* only for  $-\delta\alpha$  at step 15, it would go to step 16 and will have judged whether they are whether the bucket include angle turned into 270 degrees and no like step 13. When not becoming 270 degrees, it went to step 17, and at step 17, while only  $\delta\gamma$  rotates a bucket 16 and saving earth and sand into a bucket 16, it has judged whether they are whether return and distance xci are larger than the predetermined distance XCI and no to step 12. When a bucket include angle turns into 270 degrees at step 16, it goes to step 14. At step 14, revolution include-angle  $\theta_i$  is memorized in the storage section. Revolution include-angle  $\theta_i$  shows the revolution include angle at the time of the  $i$ -th digging.

[0026] After the  $i$ -th digging is completed by the above-mentioned excavation work next, with the rise of a boom 14, revolution is started and it goes to hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC). At step 18, the control section 40 for unattended operation supplies the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 for the object for the booms of a hydraulic control valve 23 to the bottom side of a boom cylinder 18 according to an automatic program. Thereby, it elongates and a boom cylinder 18 is the upper part about a bucket 16. — Only  $\delta\alpha$  raises a boom 14. At step 19, while going up a boom 14, it has judged whether they are whether the bucket include angle is maintaining 270 degrees and no. When the bucket include angle is not maintained by 270 degrees, it goes to step 20. At step 20, with the signal from the boom-angle detection sensor 35, the arm include-angle detection sensor 36, and the bucket stroke sensor 37 The control section 40 for unattended operation follows an automatic program. For the booms of a hydraulic control valve 23, The pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 is suitably supplied for the object for arms, and the object for buckets to each cylinder, and the include angle of a boom 14 is amended so that only  $\delta\gamma$  may rock the include angle of  $\delta\alpha$  and an arm 15 and a bucket include angle may turn into [ include angle ] 270 degrees in  $\delta\beta$  and the include angle of a bucket.

[0027] When the bucket include angle is maintained by 270 degrees at step 19 in step 21, Amending at step 20 or with the signal from the boom-angle detection sensor 35, the arm include-angle detection sensor 36, and the revolution angle sensor 38 The control section 40 for unattended operation follows an automatic program. For the booms of a hydraulic control valve 23, Supply the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 for the object for arms, and the object for revolution to each cylinder and the revolution motor 17 suitably, and while only  $\delta\beta$  and include-angle  $\delta\theta$  of a revolving superstructure 13 rock the include angle of  $\delta\alpha$  and an arm 15, the include angle of a boom 14 A bucket 16 goes to the predetermined shipping location (H) of hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC). At step 22, the control section 40 for unattended operation calculated and asked for the location of a bucket

16 with the signal from the boom-angle detection sensor 35, the arm include-angle detection sensor 36, the bucket stroke sensor 37, and the revolution angle sensor 38, and has judged whether they are whether the bucket 16 arrived at the shipping location (H) of the predetermined target of hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC), and no. shipping location  $\theta_{H1}$  memorized by the control section 40 for unattended operation which carried out the CHINGU of the shipping location (H) of a predetermined target at step 2, boom shipping position angle whenever  $\alpha_H$ , arm shipping position angle whenever  $\beta_H$ , and bucket shipping position angle whenever  $\gamma_H$  it is. When a bucket 16 does not arrive at the shipping location (H) of a predetermined target at step 22, while returning to step 19, step 21 is repeated, and a bucket 16 is made to arrive at the shipping location (H) of a predetermined target.

[0028] At step 23, it judges whether they are whether the shipping approach set up at step 1 is the portable type crusher 2 (MC), and no. In being the portable type crusher 2 (MC) at step 23, it goes to step 24. At step 24, as shown in drawing 10, focusing on the point 16a, a bucket 16 rotates in the condition of \*\* one by one, and the condition of \*\* discharges the earth and sand in a bucket 16, without changing the edge of a blade of the bucket 16 under earth removal. For that, the control section 40 for unattended operation at step 24 and step 25 with the signal from the boom-angle detection sensor 35, the arm include-angle detection sensor 36, and the bucket stroke sensor 37 It asks for the location of edge-of-a-blade 16a of a bucket 16 to become fixed at the height direction ( $Y_h$ ) and a cross direction ( $X_h$ ). An automatic program is followed. The object for the booms of a hydraulic control valve 23, for arms, And while the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 is suitably supplied for the object for buckets to each cylinder and the include angle of  $\Delta\alpha$  and an arm 15 operates [ the include angle of a boom 14 ]  $\Delta\beta$ , it is the include angle of a bucket. - Only  $\Delta\gamma$  rotates. Thereby, the earth and sand in a bucket 16 are discharged so that it may concentrate on one point of hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC).

[0029] In not being the portable type crusher 2 (MC) at step 23, it goes to step 26 noting that it is a dump truck (HD). At step 26, a bucket 16 rotates and the earth and sand in a bucket 16 are discharged without changing the height of the bucket 16 under earth removal, as shown in drawing 11 which is the case of a dump truck (HD). The control section 40 for unattended operation at step 26 and step 27 for this reason, with the signal from the boom-angle detection sensor 35, the arm include-angle detection sensor 36, and the bucket stroke sensor 37 The location of a bucket 16 asks for the height direction ( $Y_h$ ) to become fixed. An automatic program is followed. The object for the booms of a hydraulic control valve 23, for arms, And while the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 is suitably supplied for the object for buckets to each cylinder and the include angle of  $\Delta\alpha$  and an arm 15 operates [ the include angle of a boom 14 ]  $\Delta\beta$ , it is the include angle of a bucket. - Only  $\Delta\gamma$  rotates. Thereby, the earth and sand in a bucket 16 are discharged so that it may go to the front face of a loading platform of a dump truck (HD).

[0030] At step 28, it has judged whether they are whether earth removal completion was carried out and no. Completion of earth removal is rocking include-angle  $\gamma_{max}$  of a bucket. It has judged by whether they are whether it became  $-90$  or less include angles by which the earth and sand in a bucket are discharged, and no. At step 29, with the signal from the boom-angle detection sensor 35 and the arm include-angle detection sensor 36 the control section 40 for unattended operation — an automatic program — following — the object for the booms of a hydraulic control valve 23 — and The pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 is suitably supplied for the object for arms to each cylinder. It raises so that the include angle of a boom 14 may be set to  $-\Delta\alpha$ , it lengthens so that the include angle of an arm 15 may be set to  $-\Delta\beta$ , and it is made to go up so that a bucket 16 may not buffer in hopper 2a of the portable type crusher 2 (MC).

[0031] Discharge of the earth and sand in a bucket 16 judges whether by the location of digging in the next revolution direction, and the cross direction, the edge of a blade of the bucket 16 under digging cannot excavate the ground of the base-carrier 12 bottom, and can excavate. At step 30, the  $i+1$ st revolution location  $\theta_{i+1}$  in the revolution direction judge whether they are whether it is in less than [ of the convention range ( $\theta_S + \theta_E$ ) shown in drawing 4 ], and no.

When the following revolution location  $\theta_{tai+1}$  is within the convention range ( $\theta_{taS} + \theta_{taE}$ ) at step 30, it goes to step 31. At step 31, the following revolution location  $\theta_{tai+1}$  [ i+1st ] are calculated. The following revolution location  $\theta_{tai+1}$  adds and asks for width-of-face  $\Delta\theta_{ta}$  of the revolution direction of a bucket from i-th revolution location  $\theta_{tai}$  in the front revolution direction, and it outputs a command at step 32. That is, the i+1st revolution location  $\theta_{tai+1}$  are calculated from ( $\theta_{tai+1} = \theta_{tai} + \Delta\theta_{ta}$ ). At step 32, as the next digging starting position (S+1) shown to drawing 4 or drawing 5 to a front revolution location in the following revolution location  $\theta_{tai+1}$  [ i+1st ], only the location of the revolution direction has shifted. That is, the next digging starting position (S+1) is digging initiation revolution include-angle  $\theta_{taS} + \Delta\theta_{ta}$ , boom digging initiation include-angle  $\alpha_{taS}$ , arm digging initiation include-angle  $\beta_{taS}$ , and bucket-crowding initiation include-angle  $\gamma_{taS}$  from the control section 40 for unattended operation. A command is outputted to a hydraulic control valve 23. The pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 is supplied for the object for booms, the object for arms, the object for buckets, and the object for revolution of a hydraulic control valve 23 to each cylinder and the revolution motor 17, and it goes in the next digging starting position ( $S + \Delta\theta_{ta}$ ) of the location where only the revolution motors 17 differed in the revolution direction rather than last time in the same location as the last command only in the outside width of bucket to the object for booms, the object for arms, and each cylinder for buckets.

[0032] When there is no i-th revolution location  $\theta_{tai}$  within the convention range ( $\theta_{taS} + \theta_{taE}$ ), it goes to step 33 by step 30. Clear [ of the following revolution location  $\theta_{tai}$  ] is carried out, and it goes to step 34 by step 33. In step 34, the location of the next digging orders it convention range  $\theta_{taS}$  of the first digging location in the revolution direction. Moreover, in a cross direction, it subtracts and asks for the width of face  $B_b$  of the cross direction of a bucket from the first digging starting position S, and a command is outputted at step 35. Namely, as for the digging starting position ( $S - \Delta\theta_{ta}$ ) of the following beginning, the command of digging initiation revolution include-angle  $\theta_{taS}$  and boom digging initiation include-angle  $\alpha_{taS} + \Delta\alpha_{ta}$ , arm digging initiation include-angle  $\beta_{taS} + \Delta\beta_{ta}$ , and bucket-crowding initiation include-angle  $\gamma_{taS} - \Delta\gamma_{ta}$  is outputted to a hydraulic control valve 23 from the control section 40 for unattended operation. However, the include angle of  $\Delta\alpha_{ta}$ ,  $\Delta\beta_{ta}$ , and  $\Delta\gamma_{ta}$  shows the variation of the include angle equivalent to the bucket 16 order width of face  $B_b$  at this time. Supplying the pressure oil from change-over \*\*\*\*\* 22 for the object for booms, the object for arms, the object for buckets, and the object for revolution of a hydraulic control valve 23 to each cylinder and the revolution motor 17, a boom, an arm, and a bucket go in the location as the beginning where the revolution motor 17 is the same to the next digging starting position ( $S - \Delta\theta_{ta}$ ) of the location where only outside widths of bucket  $B_b$  differed in the cross direction rather than last time.

[0033] At step 36, the next digging starting position ( $S - \Delta\theta_{ta}$ ) has judged whether when only an outside width of bucket approaches a car-body side, they are whether the height of the edge of a blade of the bucket 16 under digging is in the predetermined distance  $Y_{ci}$  to  $y_{ci}$ , and moreover the distance  $x_{ci}$  over a base carrier 12 is in the predetermined distance  $X_{CI}$ , and no like step 12 in it by the cross direction. That is, when the next digging starting position ( $S - \Delta\theta_{ta}$ ) is on a predetermined rest line, in order that the edge of a blade of the bucket 16 excavated next may excavate the ground of the base-carrier 12 bottom, excavation work is gone and ended to step 37. In order that the edge of a blade of the bucket 16 still excavated next which is not on a rest line predetermined at step 36 may not excavate the ground of the base-carrier 12 bottom, return and the next digging are started to step 4. This is repeated and the predetermined range is excavated.

[0034] In addition, although explained in the above-mentioned example by the automatic digging approach of the hydraulic excavator which can be performed automatically and easily to install a hydraulic excavator in heights and feed earth and sand into a dump truck or a crusher with the hydraulic excavator, it cannot be overemphasized that a hydraulic excavator can be installed on the ground, downward earth and sand can be excavated with the hydraulic excavator, and earth and sand can be automatically fed into a dump truck or a crusher, either.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is a side elevation for the hydraulic excavator of this invention to explain the automatic digging approach.
- [Drawing 2] It is a block diagram for the hydraulic excavator 10 of this invention to perform the automatic digging approach.
- [Drawing 3] It is a side elevation for explaining the notation used for the automatic digging approach with the hydraulic excavator of this invention.
- [Drawing 4] It is a top view for explaining the notation used for the automatic digging approach with the hydraulic excavator of this invention.
- [Drawing 5] It is a top view for the hydraulic excavator of this invention to explain the automatic digging approach.
- [Drawing 6] It is a flowchart Fig. for the hydraulic excavator of this invention to explain the automatic digging approach.
- [Drawing 7] It is a flowchart Fig. for the hydraulic excavator of this invention to explain the automatic digging approach.
- [Drawing 8] It is a flowchart Fig. for the hydraulic excavator of this invention to explain the automatic digging approach.
- [Drawing 9] It is a flowchart Fig. for the hydraulic excavator of this invention to explain the automatic digging approach.
- [Drawing 10] It is a side elevation for explaining rotation of the bucket in the case of loading into a crusher with the hydraulic excavator of this invention.
- [Drawing 11] It is a side elevation for explaining rotation of the bucket in the case of loading into a dump truck with the hydraulic excavator of this invention.

### [Description of Notations]

1 [ — Activity machine, ] — A base top, 2 — A portable type crusher, 10 — A hydraulic excavator, 11 12 [ — An arm, 16 / — Bucket, ] — A base carrier, 13 — A revolving superstructure, 14 — A boom, 15 17 — A revolution motor, 18 — A boom cylinder, 19 — Arm hydraulic cylinder, 20 [ — Hydraulic control valve, ] — A bucket hydraulic cylinder, 21 — An engine, 22 — A hydraulic pump, 23 24 — An electromagnetic-control valve, 30 — The control section for cars, 31 — Boom pressure sensor, 32 — An arm pressure sensor, 33 — A bucket pressure sensor, 35 — Boom-angle detection sensor, 36 [ — The control section for unattended operation, 41 / — The antenna for wireless, 42 / — A radio control control panel, 43 / — The sender for hoppers, 43a / — Sensor for hopper earth removal detection. ] — An arm include-angle detection sensor, 37 — A bucket stroke sensor, 38 — A revolution angle sensor, 40

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

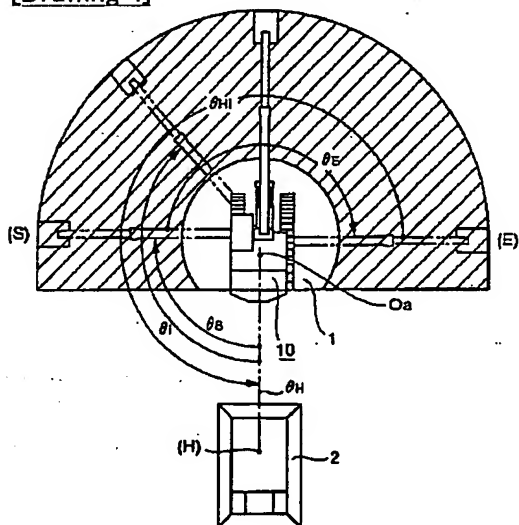
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\* shows the word which can not be translated.

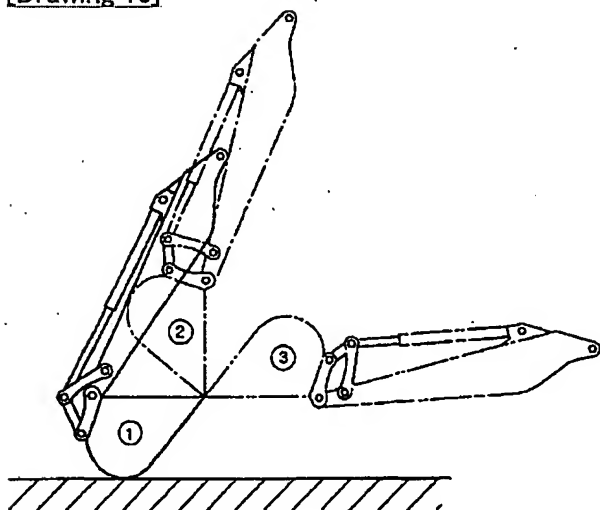
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 4]

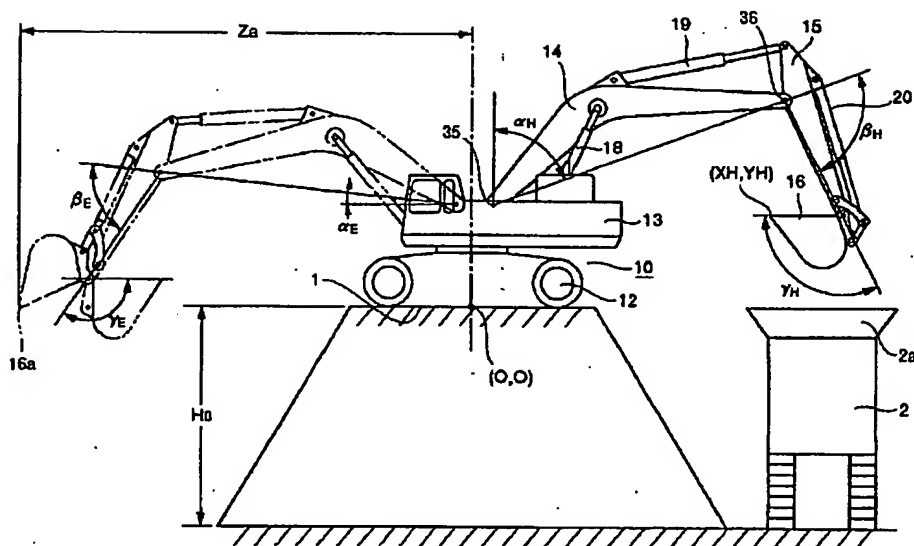


[Drawing 10]



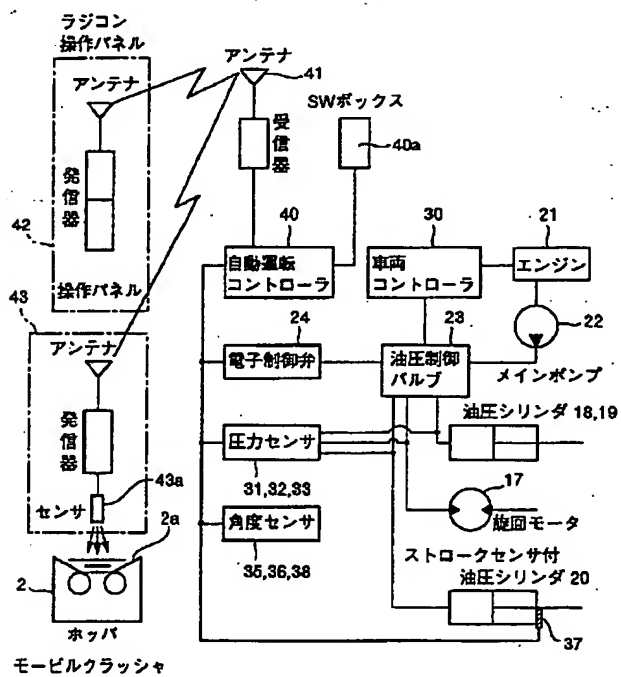
[Drawing 1]



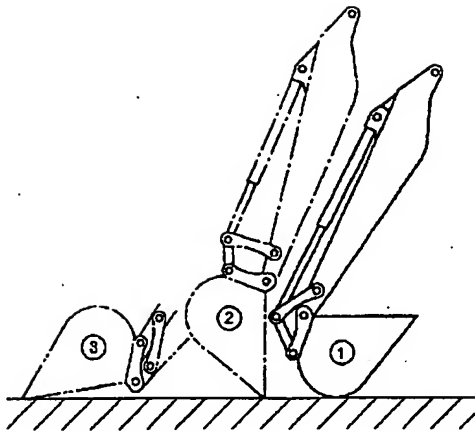


[Drawing 2]

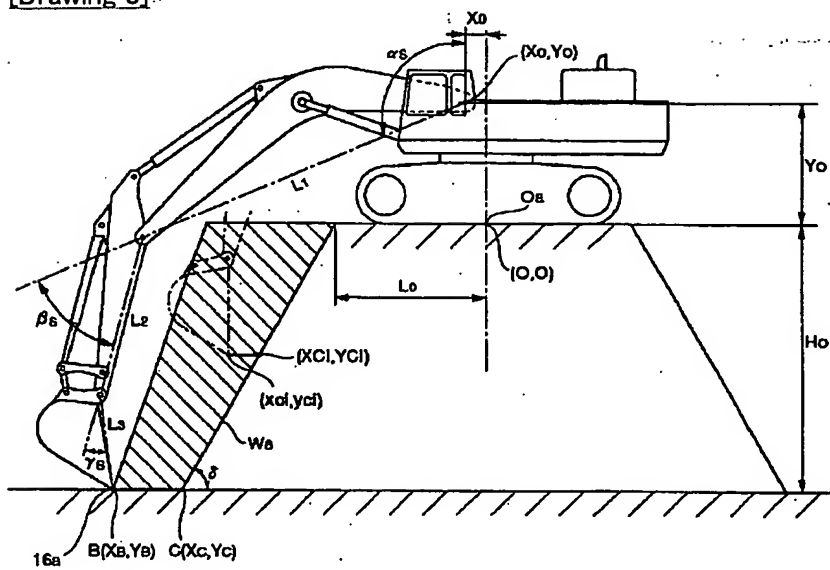
## 自動化システムの構成



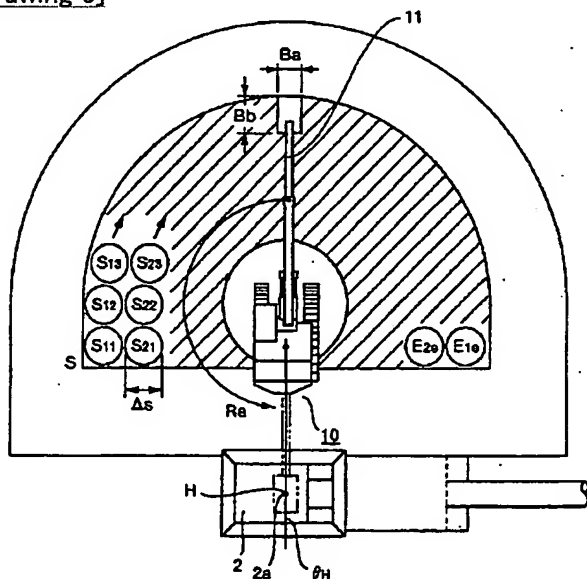
[Drawing 11]



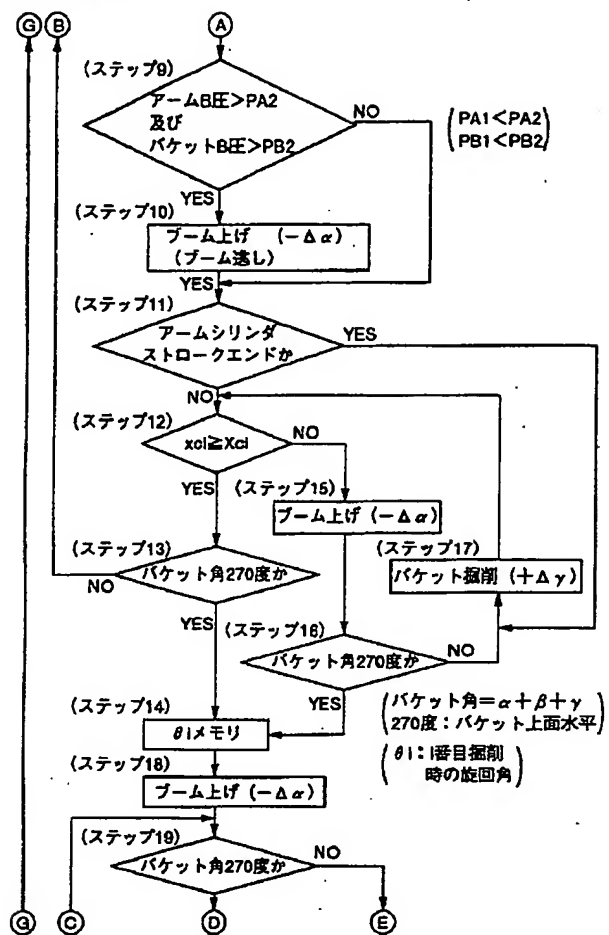
[Drawing 3]



[Drawing 5]

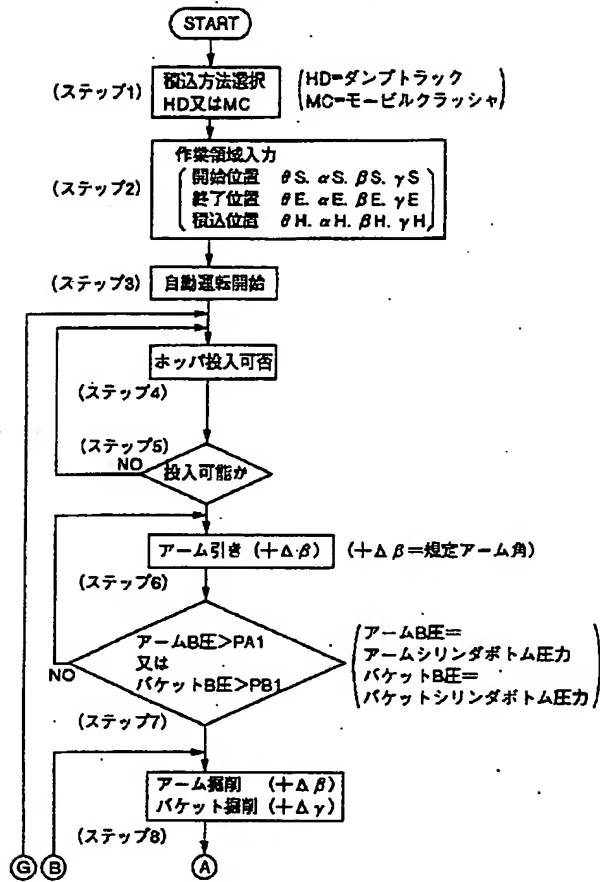


[Drawing 7]

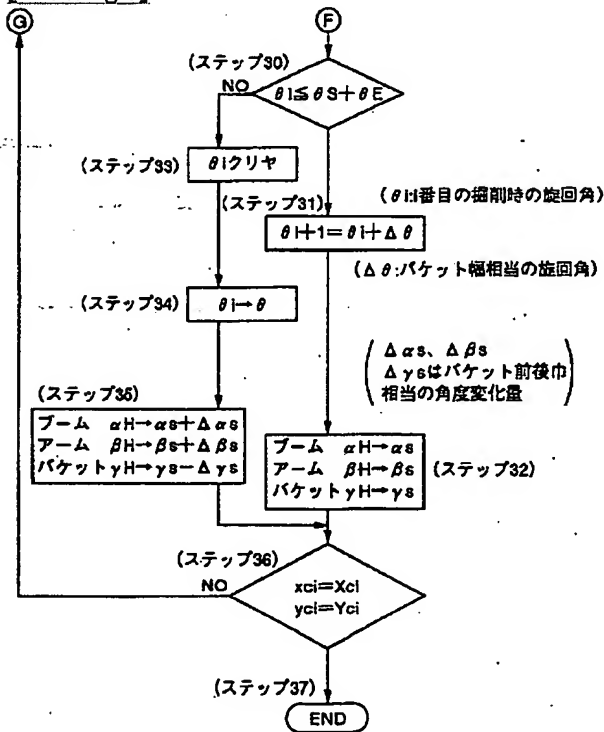


[Drawing 6]

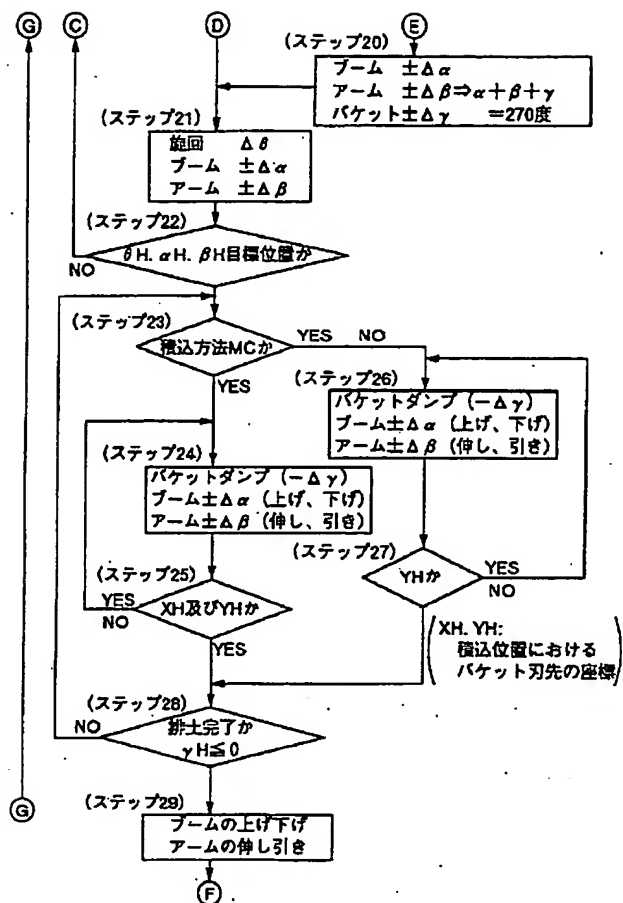
## 自動化システムフローチャート



[Drawing 9]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-212740

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)IntCl.<sup>6</sup>

E 0 2 F 9/20

識別記号

F I

E 0 2 F 9/20

G

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-31204

(22)出願日 平成9年(1997)1月30日

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 市川 市雄

東京都港区赤坂2-3-6 株式会社小松  
製作所内

(72)発明者 大島 寛

東京都港区赤坂2-3-6 株式会社小松  
製作所内

(72)発明者 伊藤 東吾

東京都港区赤坂2-3-6 株式会社小松  
製作所内

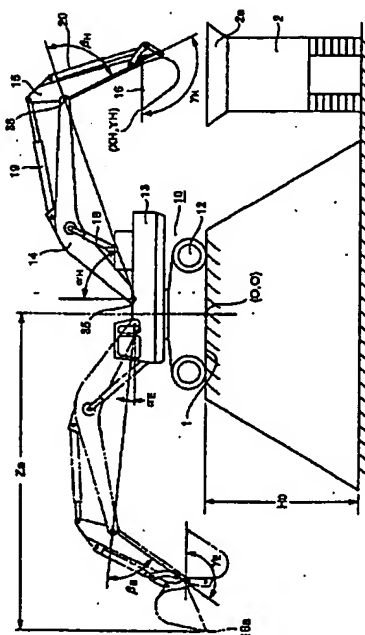
(74)代理人 弁理士 橋爪 良彦

(54)【発明の名称】 油圧ショベルの自動掘削方法

(57)【要約】

【課題】 油圧ショベルを高台に設置し、その油圧ショベルによりダンプトラックあるいはクラッシャ等に土砂を投入するのに自動的に、かつ、容易に行える油圧ショベルの自動掘削方法を提供する。

【解決手段】 旋回台に揺動自在に取着されたブーム、アーム、及び、バケット等からなる作業機と、作業機的位置を検出する位置センサと、旋回台に対する作業機の旋回方向の位置を検出する旋回位置センサと、位置センサ及び旋回位置センサからの信号を受けるとともに、その信号と記憶されたプログラムにより作業機を自動的に移動させる指令を出力するコントローラと、コントローラの指令により作業機を揺動させる駆動手段とを有し、自動的に掘削及び排土の作業を行う油圧ショベルの自動掘削方法において、油圧ショベルを所定の高さの高台に設置するとともに、高台より下方の土砂の掘削開始位置を教示した後は、プログラムにより自動的に作業機を伸縮させて掘削するときに掘削した掘削量を検出し、その掘削量に応じてブーム及びアームを上げ、下げする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車体に旋回自在に取着された旋回台と、旋回台に揺動自在に取着されたブーム、アーム、及び、バケット等からなる作業機と、作業機的位置を検出する位置センサと、旋回台に対する作業機の旋回方向の位置を検出する旋回位置センサと、位置センサ及び旋回位置センサからの信号を受けるとともに、その信号と記憶されたプログラムにより作業機を自動的に移動させる指令を出力するコントローラと、コントローラの指令により作業機を揺動させる駆動手段とを有し、自動的に掘削及び排土の作業を行う油圧ショベルの自動掘削方法において、油圧ショベルを所定の高さの高台に設置するとともに、高台より下方の土砂の掘削開始位置を教示した後は、プログラムにより自動的に作業機を伸縮させて掘削するときに掘削した掘削量を検出し、その掘削量に応じてブーム及びアームを上げ、下げすることを特徴とする油圧ショベルの自動掘削方法。

【請求項2】 油圧ショベルが設置された所定の高さの高台より下方に配設された排土手段の位置を教示し、掘削位置より所定の方向に旋回し排土位置で排土することを特徴とする請求項1記載の油圧ショベルの自動掘削方法。

【請求項3】 次回の掘削は、前回の掘削位置に最大バケット幅分だけ旋回台を旋回方向にズラした掘削位置で掘削することを特徴とする請求項1あるいは請求項2記載の油圧ショベルの自動掘削方法。

【請求項4】 高台に設置された油圧ショベルで高台を掘削開始する時に、作業機の揺動方向に掘削可能角度の掘削制限を設けたことを特徴とする請求項1あるいは請求項2記載の油圧ショベルの自動掘削方法。

【請求項5】 掘削作業の開始及び終了の指令は油圧ショベルの外方より実施可能にすることを特徴とする請求項1から請求項4記載のいずれかの油圧ショベルの自動掘削方法。

【請求項6】 作業機を揺動させる駆動手段の一つであるアームシリンダのボトム側の圧力が第1の所定の圧力に達したときに掘削開始とし、第2の所定の圧力に達したときにバケットの巻き込み、あるいは、ブームの上げ作動を行うことを特徴とする請求項1記載のいずれかの油圧ショベルの自動掘削方法。

【請求項7】 請求項2記載の油圧ショベルの自動掘削方法において、排土手段はダンブトラックあるいはクラッシャ等のホッパを用い、ダンブトラックでは荷台の全面に均一の厚さに、クラッシャではホッパの所定幅内に集中するようにバケットの揺動方法を変えて排土することを特徴とする油圧ショベルの自動掘削方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、油圧ショベルの自動掘削方法に係わり、特に、油圧ショベルを高台に設置

し、その油圧ショベルによりダンブトラックあるいはクラッシャ等に土砂を投入するのに自動的に、かつ、容易に行える油圧ショベルの自動掘削方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、油圧ショベルで自動的に掘削・排土する方法が知られている。この方法は、予めプログラムを作成しそれをコントローラ等の記憶装置に記憶させて行うもの、あるいは、オペレータが油圧ショベルを作動させた後に、その作動をティ칭ングによりコントローラ等の記憶装置に記憶させ、そのティ칭ングによって繰り返して作業を行うものがある。本出願人も、特開平3-250045号公報（特願平1-250045号）油圧駆動機械の作業自動化装置を提案している。同公報によれば、第1の目的は、繰り返し同じ作業を行う場合に1回目は予め手動操作手段により操作し、2回目以降は自動的に繰り返し作業を行わせることができるようにしている。また、第2の目的は、自動作業を行っている時、レバー操作を介入して自動作業の修正を行うことにより次の自動作業のときにはレバー操作により介入した量だけ補正して再生させ、繰り返し自動作業の際に、再度初期位置から開始しなくても直前の補正位置から再作業を開始するようにして補正操作を軽減させることができることが記載されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術では、操作レバーのティ칭ングブレイバックであり、旋回機能がなく、旋回の都度マニュアル操作が必要で、かつ、掘削場所の形状が毎回異なるので掘削できない。また、排土するためには旋回及び作業機操作（ブーム、アームの上げ）が必要であり、掘削場所が変われば最初のティ칭ングブレイバック機能では対応できないという問題がある。さらに、ティ칭ングは予め手動操作手段により掘削から旋回、さらに積み込みを行う必要があり、その操作の良否によって後の作業が決まるためにベテランのオペレータが操作する必要があるとともに、その作業を良好に行うまで繰り返すのは煩わしい。また、平地に油圧ショベルを設置して作業を行うと、低い掘削位置から高い排土位置まで旋回しながら排土位置まで作業機を上昇しなければならず1サイクル時間が長くなり作業性が悪いという問題がある。

【0004】本発明は上記の問題点に着目してなされたもので、油圧ショベルの自動掘削方法に係わり、特に、油圧ショベルを高台に設置し、その油圧ショベルによりダンブトラックあるいはクラッシャ等に土砂を投入するのに自動的に、かつ、容易に行える油圧ショベルの自動掘削方法を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的達成のため、本発明に係る油圧ショベルの自動掘削方法の発明では、車体に旋回自在に取着された旋回台と、旋回台に揺動自

在に取着されたブーム、アーム、及び、バケット等からなる作業機と、作業機の位置を検出する位置センサと、旋回台に対する作業機の旋回方向の位置を検出する旋回位置センサと、位置センサ及び旋回位置センサからの信号を受けるとともに、その信号と記憶されたプログラムにより作業機を自動的に移動させる指令を出力するコントローラと、コントローラの指令により作業機を揺動させる駆動手段とを有し、自動的に掘削及び排土の作業を行う油圧ショベルの自動掘削方法において、油圧ショベルを所定の高さの高台に設置するとともに、高台より下方の土砂の掘削開始位置を教示した後は、プログラムにより自動的に作業機を伸縮させて掘削するときに掘削した掘削量を検出し、その掘削量に応じてアームを引き込むことを特徴とする。上記方法により、オペレータは、始めの掘削位置に作業機を移動し、その位置をティ칭ングするのみで、後はプログラムにより自動的に作業機を伸縮させて掘削するとともに、この掘削時には、負荷が増大するがその負荷に応じてブーム及びアームを上げ、下げする。このため、オペレータは、始めの掘削位置をティ칭ングするのみで良いため、熟練したオペレータでなくても良いとともに、ティ칭ングが容易になる。

【0006】また、油圧ショベルが設置された所定の高さの高台より下方に配設された排土手段の位置を教示し、掘削位置より所定の方向に旋回し排土位置で排土することを特徴とする。上記方法により、オペレータは、高台より下方の排土位置に作業機を移動し、その位置をティ칭ングするのみで、後はプログラムにより自動的に作業機を伸縮させるとともに、旋回して排土位置に作業機を移動し排土する。このため、低い掘削位置から旋回しながら低い排土位置まで作業機を上昇するだけで良くなり、旋回速度を早くできるために、1サイクル時間を短くでき作業性が向上する。

【0007】また、今回の掘削は、前回の掘削位置に最大バケット幅分だけ旋回台を旋回方向にズラした掘削位置で掘削することを特徴とする。上記方法により、プログラムにより自動的に作業機を最大バケット幅分だけ旋回方向に順次移動し、掘削範囲を掘削する。このため、旋回方向で隣接した位置を掘削するため、片側の抵抗が少なくなり、掘削が早くできる。

【0008】また、高台に設置された油圧ショベルで高台を掘削開始する時に、作業機の揺動方向に掘削可能角度の掘削制限を設けたことを特徴とする。上記方法により、掘削開始する時に、作業機は揺動方向に掘削可能な範囲のみを掘削する。このため、油圧ショベルを支持する下部走行体の下方を掘削することがなくなり、油圧ショベルの転倒防止を図るとともに、安全に掘削作業が行われる。

【0009】また、掘削作業の開始及び終了の指令は油圧ショベルの外方より実施可能にすることを特徴とする。上記方法により、油圧ショベルより離れた位置の外

方より、油圧ショベルの掘削開始等の始動、あるいは、終了等の指令ができるため、安全に掘削作業が行われるとともに、いちいち油圧ショベルまで行かなくても済むため作業性が向上する。

【0010】また、作業機を揺動させる駆動手段の一つであるアームシリンダのボトム側の圧力が第1の所定の圧力に達したときに掘削開始とし、第2の所定の圧力に達したときにバケットの巻き込み、あるいは、ブームの上げ作動を行うことを特徴とする。上記方法により、アームシリンダにかかる負荷圧力を検出して、アームを作動させてバケットに土砂を積み込み、その圧力が第2の所定の圧力に達したときにバケットの巻き込み、あるいは、ブームの上げ作動を行う。このため、バケットには土砂が確実に積み込まれるとともに、停止することなくバケットを作動することができる。

【0011】また、排土手段はダンプトラックあるいはクラッシャ等のホッパを用い、ダンプトラックでは荷台の全面に均一の厚さに、クラッシャではホッパの所定幅内に集中するようにバケットの揺動方法を変えて排土することを特徴とする。上記方法により、ダンプトラックでは排土手段の高さ方向の位置を変動することなく、横方向に移動して排土するため、全面に均一の厚さに排土できる。また、クラッシャでは、排土手段の高さ方向及び横方向の位置を変動することなく、排土するため、所定幅内の一点部に集中するように排土できる。このため、ダンプトラックでは荷台に平均的にのたらかに積み込みができる。また、クラッシャでは、ホッパ部に集中して排土できるために、小さなホッパでも土砂のこぼれが少なく効率良く排土できる。

【0012】

【実施例】以下に、本発明に係る油圧ショベルの自動掘削方法の実施例について、図面を参照して詳述する。図1は油圧ショベル10により自動掘削方法を説明するための側面図、図2は構造を示すブロック図である。ただし、図2のブロック図において、図示を簡単にするため一部の部品は省略し、それと同様な部品に記号を付与している。図1、図2において、油圧ショベル10は、所定の基礎の高さ(H0)の台上1、あるいは、周りが掘削される土砂の上に配置されている。台上1の周囲の近傍で、かつ、油圧ショベル10の作業機11の作業範囲内Zaにはクラッシャ2が配置され、油圧ショベル10で掘削された土砂が移動式クラッシャ2内に排出される。このとき、油圧ショベル10が置かれる台上1の高さと移動式クラッシャ2の高さがほぼ同一の高さに置かれている。上記では移動式クラッシャ2を用いたが、移動式クラッシャ2の代わりにダンプトラックに搭載するようにしても良い。

【0013】油圧ショベル10は、下部走行体12に旋回自在に旋回体13が取着され、旋回体13にはブーム14、アーム15、及びバケット16等からなる作業機



11が揺動自在に取着されている。旋回体13は旋回モータ17により駆動され、また、ブーム14、アーム15、及びバケット16はそれぞれブームシリンダ18、アームシリンダ19、及びバケットシリンダ20により駆動される。図2において、各シリンダ及び旋回モータ17はエンジン21により駆動される油圧ポンプ22からの圧油をそれぞれの油圧制御弁23を介して受けて作動する。油圧制御弁23は、電磁制御弁24からのパイロット圧力を受けて切り換わり、圧油をそれぞれの各シリンダ及び旋回モータ17に供給する。電磁制御弁24はコントローラ等からなる自動運転用制御部40からの信号を受けて切り換わり、パイロット圧力を油圧制御弁23に供給し油圧制御弁23を切り換える。また、油圧制御弁23は、通常の手動操作による運転時には、車両用制御部30からの指令を受けて切り換わり、圧油をそれぞれの各シリンダ及び旋回モータ17に供給することもできる。

【0014】また、ブームシリンダ18、アームシリンダ19、及びバケットシリンダ20には、それぞれの圧力を測定するブーム圧力センサ31、アーム圧力センサ32、及びバケット圧力センサ33が取着されている。ブーム14には、旋回体13に対する揺動角度を検出するブーム角度検出センサ35が、アーム15には、ブーム14に対する揺動角度を検出するアーム角度検出センサ36が取着されている。バケットシリンダ20には、シリンダの長さを測定してバケットの揺動を検出するバケットストロークセンサ37が取着されている。または、バケットの揺動を直接検出する角度センサでも良い。旋回体13には、下部走行体12に対する旋回角度を検出する旋回角度センサ38が取着されている。各センサは自動運転用制御部40に接続され、信号を送信している。自動運転用制御部40には無線用アンテナ41が接続され、外部からの指令により油圧ショベル10を自動運転できる。また、外部から油圧ショベル10に指令を出力するラジコン操作パネル42がオペレータ用として容易されている。ホッパ2aへの排土の可否の検出及びその信号を出力するホッパ用発信装置43が配設されている。ホッパ用発信装置43には、例えば、移動式クラッシャ2(MC)が、破碎を行える状態にあるか、否かを検出するホッパ排土検出用センサ43aが装着されている。

【0015】上記において、以下で説明するために、図1、図3、及び図4に示す記号を各箇所に付加している。油圧ショベル10の横方向の原点を旋回中心Oaとし、高さ方向の原点を台上1の高さ(H0)としている。また、台上1の高さ(H0)と旋回中心Oaとの交点を(0,0)としている。旋回体13にブーム14を取着する交点を(X0, Y0)としている。寸法L1、L2、及び、L3はバケット16の先端の位置16aを求めるための寸法であり、L1はブーム14の長さを、

L2はアーム15の長さを、L3はバケット16の長さを示す。B点は地面上の位置で掘削開始点(XB, YB)を示す。C点はバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しない時の地面上の位置で安息開始点(XC, YC)を示す。 $\delta$ はバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しない時の安息角度を示す。また、線Waはバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しない時の安息線を示す。L0は、バケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しない時の交点(0,0)からの台上1での長さを示す。(Xci, Yci)は安息線に対するバケット16の刃先16aの点を示す。

【0016】次に、旋回方向について、図4に示す記号を各箇所に付加している。油圧ショベル10の旋回方向の原点 $\theta H$ を積込位置(H)とし、図4では旋回角度は時計方向に規定している。また、この反対に反時計方向に規定しても良い。積込位置(H)の原点 $\theta H$ から掘削開始位置(S)までの角度を掘削開始旋回角度 $\theta S$ 、掘削開始位置(S)から掘削終了位置(E)までの角度を掘削終了旋回角度 $\theta E$ 、積込位置(H)の原点 $\theta H$ からi番目の掘削位置角度 $\theta i$ としている。旋回位置 $\theta Hi$ は旋回終了を示し、 $\theta Hi = \theta S + \theta E$ である。また、図1及び図3には、掘削開始時、掘削終了時、及び積込時(運搬時)の各姿勢で作業機11のブーム14、アーム15、及びバケット16の各角度を示す。図3において、掘削開始時では、旋回体13に対するブーム14の揺動角度をブーム掘削開始角度 $\alpha S$ 、ブーム14に対するアーム15の揺動角度をアーム掘削開始角度 $\beta S$ 、アーム15に対するバケット16の揺動角度をバケット掘削開始角度 $\gamma S$ としている。また、図1において、掘削終了時では、ブーム掘削終了角度 $\alpha E$ 、アーム掘削終了角度 $\beta E$ 、及び、バケット掘削終了角度 $\gamma E$ としている。また、積込時(運搬時)では、ブーム積込位置角度 $\alpha H$ 、アーム積込位置角度 $\beta H$ 、バケット積込位置角度 $\gamma H$ 、及び、刃先の位置(XH, YH)としている。

【0017】次に、自動運転の作動について、まず図5及び図2を用いて説明する。まず、掘削開始に先立ち、掘削開始点S11、掘削終了点E1e、及び排土位置点(H)に油圧ショベル10の作業機11を移動してそれぞれの点でスイッチ40aを押して掘削領域(S11からE1eの範囲)及び排土位置を自動運転用制御部40の記憶部に入力する。次に、入力が完了したら油圧ショベル10から降りて、ラジコン操作パネル42を操作し、作業機11を掘削開始点S11に移動した後、作業開始スイッチを押すことにより自動掘削運転を開始する。掘削開始点S11で掘削した後図示の反時計方向Raに旋回し、排土位置点(H)で移動式クラッシャ2に排土する。移動式クラッシャ2で排土完了後は時計方向に旋回して、掘削開始点S11よりバケット幅(Ba)だけ掘削位置をS12にずらして掘削を行う。掘削位置をS12で掘

削したら、前記と同様に、旋回し、排土位置点(H)で移動式クラッシャ2に排土する。この作業を掘削終了点E1eまで繰り返す。掘削終了点E1eで掘削作業が終了したら次には、前後方向にバケット幅(Bb)だけずらし、S21の掘削位置の掘削を行う。S21で掘削したら、前記と同様に、掘削開始点S21よりバケット幅だけ掘削位置をS22にずらして掘削を行う。この作業を掘削終了点E2eまで繰り返す。この掘削がE1e、あるいはE2eまで行われたら、その都度、掘削中のバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しないか、否かを10 確認する。もし、下部走行体12の下側の地面を掘削する場合には自動運転による掘削作業を終了する。掘削作業中に、ラジコン操作パネル42の一時停止又は非常停止スイッチを押すことにより、作業の一時停止、あるいは非常停止を行うことができる。また、このとき、スイッチボックスのLEDが点灯する。作業を再開するときには、停止解除スイッチを押すことにより、再度作業を開始できる。

【0018】次に、具体的に図6から図9を用いて自動化システムフローチャートにより説明する。ステップ1では、詳細は後述する積込方法のいずれかを選択する。この積込方法は、例えば、ダンプトラック(HD)あるいは移動式クラッシャ2(MC)のいずれかを自動運転用制御部40に配設されているスイッチ40aにより10 選択する。ステップ2では、オペレータが掘削開始位置(S)、掘削終了位置(E)、及び、積込位置(H)を油圧ショベル10を操作してそれぞれの位置に合わせて油圧ショベル10の自動運転用制御部40にティ칭ングする。この掘削開始位置(S)での掘削開始姿勢は、図3あるいは図4に示すように、旋回角度センサ38により掘削開始旋回角度 $\theta S$ が、ブーム角度検出センサ35によりブーム掘削開始角度 $\alpha S$ が、アーム角度検出センサ36によりアーム掘削開始角度 $\beta S$ が、及び、バケットストロークセンサ37によりバケット掘削開始角度 $\gamma S$ が検出されて自動運転用制御部40に記憶される。同様に、掘削終了姿勢は、図1あるいは図4に示すように、旋回角度センサ38により掘削終了旋回角度 $\theta E$ が、ブーム角度検出センサ35によりブーム掘削終了角度 $\alpha E$ が、アーム角度検出センサ36によりアーム掘削終了角度 $\beta E$ が、及び、バケットストロークセンサ37によりバケット掘削終了角度 $\gamma E$ が検出されて自動運転用制御部40に記憶される。

【0019】積込位置(H)での姿勢は、旋回角度センサ38により積込位置 $\theta H$ が、ブーム角度検出センサ35によりブーム積込位置角度 $\alpha H$ が、アーム角度検出センサ36によりアーム積込位置角度 $\beta H$ が、及び、バケットストロークセンサ37によりバケット積込位置角度 $\gamma H$ が検出されて自動運転用制御部40に記憶される。また、このとき、バケット16の刃先の旋回中心Oよりの距離(XH)と台上1よりの高さ(YH)、即ち、刃先

の位置(XH、YH)がブーム積込位置角度 $\alpha H$ 、アーム積込位置角度 $\beta H$ 及びバケット積込位置角度 $\gamma H$ と、それぞれのブーム14、アーム15及びバケット16の長さ、及び、旋回体13に取着されるブーム14の高さ、から自動運転用制御部40により公知の演算式で求められ、自動運転用制御部40に記憶される。

【0020】ステップ3では、オペレータは、バケット16を掘削開始位置Sへ移動し、ラジコン操作パネル42より油圧ショベル10の無線用アンテナ41を介して自動運転用制御部40に外部から油圧ショベル10が自動運転を開始するように指令を出力する。ステップ4では、移動式クラッシャ2(MC)はホッパ2aへの土砂の投入が可能か、否かを、ホッパ排土検出用センサ43aにより検出する。ステップ5では、移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aへの土砂の投入が可能か、否かを判断している。ステップ5で移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aへの土砂の投入が否の場合に、ステップ4に戻る。ステップ5で移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aへの土砂の投入が可能の場合に、ステップ6に行き、自動運転用制御部40は自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のアーム用を切換て油圧ポンプ22からの圧油をアームシリンダ19に供給する。これにより、アームシリンダ19は伸長してアーム15を車体側に $\Delta\beta$ だけ引き寄せ、アーム掘削によりバケット16に土砂をすくい込む。

【0021】ステップ7では、ステップ6のアーム引きによりアーム圧力センサ32からの信号によりアームシリンダ19のボトム圧力が所定の圧力PA1になったか、否か、または、バケットシリンダ20のボトム圧力がバケット圧力センサ33からの信号により所定の圧力PB1になったか、否か、で土砂の有り、無しを判断している。ステップ7で所定の圧力に達しない場合には、所定の圧力に達するまで、ステップ6に戻りアーム掘削を行う。ステップ7で所定の圧力に達し、土砂が有りで掘削可能と判断した場合には、ステップ8に行く。ステップ8では、自動運転用制御部40は自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のアーム用及びバケット用を切換て油圧ポンプ22からの圧油をアームシリンダ19及びバケットシリンダ20に供給する。これにより、アームシリンダ19及びバケットシリンダ20は伸長してアーム15を車体側にさらに $\Delta\beta 1$ だけ引き寄せるとともに、バケット16を $\Delta\gamma$ だけ回動し、バケット16に土砂をすくい込む。

【0022】ステップ9では、ステップ8のアーム掘削及びバケット掘削によりアーム圧力センサ32及びバケット圧力センサ33からの信号によりアームシリンダ19のボトム圧力及びバケットシリンダ20のボトム圧力がバケット圧力センサ33からの信号により、アームシリンダ19のボトム圧力が所定の圧力PA2、及び、バケットシリンダ20のボトム圧力が所定の圧力PB2により

掘削負荷を判断している。ステップ9で両方のボトム圧が所定値(PA2、PB2)よりも大きくなったら、ステップ10に行く。ステップ10では、自動運転用制御部40は自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のブーム用を切換て油圧ポンプ22からの圧油をブームシリンダ18のボトム側に供給する。これにより、ブームシリンダ18は伸長して上方に $-\Delta\alpha$ だけブーム逃がしを行いバケット16を上昇させる。これにより、バケット16は停止することなく土砂をすくい込むことができる。ステップ9で両方のボトム圧が所定値(PA2、PB2)が小さいとき、あるいは、ステップ10でブーム逃がしを行なったら、ステップ11に行く。ステップ11では、アームシリンダ19がストロークエンドか、否かを判断する。ストロークエンドでなければ、ステップ12に行く。また、ストロークエンドであれば、掘削を終了してステップ17に行き、バケット掘削(バケット巻き込み)を行う。

【0023】ステップ12では、掘削中のバケット16の刃先と下部走行体12に対する距離 $x_{ci}$ が所定の距離 $X_{CI}$ よりも大きいのか、否かを判断している。この所定の距離 $X_{CI}$ は掘削中のバケット16の刃先により下部走行体12の下側を掘削しない距離に設定されている。この所定の距離 $X_{CI}$ は図3に示すバケット16の軌跡により決定されている。所定の距離 $X_{CI}$ は安息線上におけるi番目のx座標である。ステップ12で距離 $x_{ci}$ が所定の距離 $X_{CI}$ よりも大きい場合には、掘削中のバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しないためステップ13に行く。ステップ13では、バケット角度が270度になったか、否かを判断している。このバケット角度の270度(=ブーム角度 $\alpha$ +アーム角度 $\beta$ +バケット角度 $\gamma$ )は、バケット16に土砂が積み込まれた角度であり、この270度の近傍に設定しても良い。

【0024】ステップ13でバケット角度が270度になった場合にはステップ14に行き、270度にならない場合にはステップ8に戻り、アーム15を車体側にさらに $\Delta\beta 1$ だけ引き寄せるとともに、バケット16を $\Delta\gamma$ だけ回動し、バケット16に土砂をすくい込む。ステップ12で距離 $x_{ci}$ が所定の距離 $X_{CI}$ よりも小さい場合には、掘削中のバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削するためステップ15に行く。ステップ15では、ステップ10と同様に、ブームシリンダ18は伸長して上方に $-\Delta\alpha$ だけブーム逃がしを行いバケット16を上昇させる。これにより、掘削中のバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しなくなる。

【0025】ステップ15で $-\Delta\alpha$ だけブーム逃がしを行なったら、ステップ16に行き、ステップ13と同様に、バケット角度が270度になったか、否かを判断している。270度にならない場合にはステップ17に行き、ステップ17ではバケット16を $\Delta\gamma$ だけ回動し、

バケット16に土砂をすくい込むとともに、ステップ12に戻り、距離 $x_{ci}$ が所定の距離 $X_{CI}$ よりも大きいのか、否かを判断している。ステップ16でバケット角度が270度になった場合にはステップ14に行く。ステップ14では、旋回角度 $\theta_i$ を記憶部に記憶する。旋回角度 $\theta_i$ は、i番目の掘削時の旋回角度を示す。

【0026】上記の掘削作業でi番目の掘削が終了すると、次に、ブーム14の上昇とともに、旋回を開始し、移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aに向かう。ステップ18では、自動運転用制御部40は自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のブーム用を切換て油圧ポンプ22からの圧油をブームシリンダ18のボトム側に供給する。これにより、ブームシリンダ18は伸長してバケット16を上方に $-\Delta\alpha$ だけブーム14を上昇させる。ステップ19では、ブーム14を上昇中にバケット角度が270度を維持しているか、否かを判断している。バケット角度が270度に維持されていない場合には、ステップ20に行く。ステップ20では、ブーム角度検出センサ35、アーム角度検出センサ36、及び、バケットストロークセンサ37からの信号により、自動運転用制御部40は自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のブーム用、アーム用、及び、バケット用を適宜切換て油圧ポンプ22からの圧油をそれぞれのシリンダに供給し、ブーム14の角度を $\pm\Delta\alpha$ 、アーム15の角度を $\pm\Delta\beta$ 、及び、バケットの角度を $\pm\Delta\gamma$ だけ揺動し、バケット角度が270度になるように補正する。

【0027】ステップ21では、ステップ19でバケット角度が270度に維持されている場合、あるいは、ステップ20で補正しながら、ブーム角度検出センサ35、アーム角度検出センサ36、及び、旋回角度センサ38からの信号により、自動運転用制御部40は自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のブーム用、アーム用、及び、旋回用を適宜切換て油圧ポンプ22からの圧油をそれぞれのシリンダ及び旋回モータ17に供給し、ブーム14の角度を $\pm\Delta\alpha$ 、アーム15の角度を $\pm\Delta\beta$ 、及び、旋回体13の角度 $\Delta\theta$ だけ揺動しながら、バケット16が移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aの所定の積込位置(H)に向かう。ステップ22では、自動運転用制御部40がブーム角度検出センサ35、アーム角度検出センサ36、バケットストロークセンサ37、及び、旋回角度センサ38からの信号により、バケット16の位置を演算して求め、バケット16が移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aの所定の目標の積込位置(H)に到達したか、否かを判断している。所定の目標の積込位置(H)は、ステップ2でティ칭した自動運転用制御部40に記憶される積込位置 $\theta_H$ 、ブーム積込位置角度 $\alpha_H$ 、アーム積込位置角度 $\beta_H$ 、及び、バケット積込位置角度 $\gamma_H$ である。ステップ22でバケット16が所定の目標の積込位置(H)に到

達しない場合には、ステップ19に戻るとともにステップ21を繰り返し、バケット16を所定の目標の積込位置(H)に到達させる。

【0028】ステップ23では、ステップ1で設定した積込方法が移動式クラッシャ2(MC)であるか、否かを判断する。ステップ23で移動式クラッシャ2(MC)である場合には、ステップ24に行く。ステップ24では、排土中のバケット16の刃先が変動しないで、図10に示すように、その点16aを中心にしてバケット16が①の状態が順次③の状態に回転してバケット16の中の土砂を排出する。このためには、ステップ24とステップ25で、自動運転用制御部40はブーム角度検出センサ35、アーム角度検出センサ36、及び、バケットストロークセンサ37からの信号により、バケット16の刃先16aの位置が高さ方向(Yh)、及び、前後方向(Xh)で一定となるように求めて、自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のブーム用、アーム用、及び、バケット用を適宜切換て油圧ポンプ22からの圧油をそれぞれのシリンダに供給し、ブーム14の角度を $\pm\Delta\alpha$ 、アーム15の角度を $\pm\Delta\beta$ を作動させながら、バケットの角度を $-\Delta\gamma$ だけ回転する。これにより、バケット16の中の土砂は、移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aの一点に集中するように排出される。

【0029】ステップ23で移動式クラッシャ2(MC)でない場合には、ダンプトラック(HD)であるとしてステップ26に行く。ステップ26では、ダンプトラック(HD)の場合である図11に示すように、排土中のバケット16の高さが変動しないで、バケット16が回転してバケット16の中の土砂を排出する。このために、ステップ26とステップ27で、自動運転用制御部40はブーム角度検出センサ35、アーム角度検出センサ36、及び、バケットストロークセンサ37からの信号により、バケット16の位置が高さ方向(Yh)が一定となるように求めて、自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のブーム用、アーム用、及び、バケット用を適宜切換て油圧ポンプ22からの圧油をそれぞれのシリンダに供給し、ブーム14の角度を $\pm\Delta\alpha$ 、アーム15の角度を $\pm\Delta\beta$ を作動させながら、バケットの角度を $-\Delta\gamma$ だけ回転する。これにより、バケット16の中の土砂は、ダンプトラック(HD)の荷台前面に行くように排出される。

【0030】ステップ28では、排土完了したか、否かを判断している。排土の完了は、バケットの揺動角度 $\gamma_h$ がバケット中の土砂が排出される角度 $-90^\circ$ 以下になったか、否かで判断している。ステップ29では、ブーム角度検出センサ35及びアーム角度検出センサ36からの信号により、自動運転用制御部40は自動プログラムにしたがって、油圧制御弁23のブーム用及び、アーム用を適宜切換て油圧ポンプ22からの圧油をそれぞ

れのシリンダに供給し、ブーム14の角度を $-\Delta\alpha$ にするように上げ、アーム15の角度を $-\Delta\beta$ にするように伸ばしてバケット16が移動式クラッシャ2(MC)のホッパ2aに緩衝しないように上昇させる。

【0031】バケット16の中の土砂が排出されると次の旋回方向での掘削の位置、及び、前後方向で掘削中のバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しなくて掘削が可能か否かの判断を行う。ステップ30では、旋回方向での $i+1$ 番目の旋回位置 $\theta_{i+1}$ が図4に示す規定範囲( $\theta_s + \theta_e$ )の以内にあるか、否かを判断する。ステップ30で次の旋回位置 $\theta_{i+1}$ が規定範囲( $\theta_s + \theta_e$ )以内にある場合には、ステップ31に行く。ステップ31では、次の $i+1$ 番目の旋回位置 $\theta_{i+1}$ を求める。次の旋回位置 $\theta_{i+1}$ は、前の旋回方向での $i$ 番目の旋回位置 $\theta_i$ からバケットの旋回方向の幅 $\Delta\theta$ を加算して求め、ステップ32で指令を出力する。すなわち、 $i+1$ 番目の旋回位置 $\theta_{i+1}$ は( $\theta_{i+1} = \theta_i + \Delta\theta$ )より求める。ステップ32では、次の $i+1$ 番目の旋回位置 $\theta_{i+1}$ は、前の旋回位置に対して、次の掘削開始位置( $S+1$ )は、図4あるいは図5に示すように、旋回方向の位置のみがズレている。すなわち、次の掘削開始位置( $S+1$ )は、自動運転用制御部40より掘削開始旋回角度 $\theta_s + \Delta\theta$ 、ブーム掘削開始角度 $\alpha_s$ 、アーム掘削開始角度 $\beta_s$ 、及び、バケット掘削開始角度 $\gamma_s$ の指令が油圧制御弁23に出力される。油圧制御弁23のブーム用、アーム用、バケット用、及び、旋回用を切換て油圧ポンプ22からの圧油をそれぞれのシリンダ及び旋回モータ17に供給し、ブーム用、アーム用、及び、バケット用のそれぞれのシリンダには前回の指令と同じ位置に、旋回モータ17のみが前回よりも旋回方向にバケット幅だけ異なった位置の次の掘削開始位置( $S + \Delta\theta$ )に向かう。

【0032】ステップ30で $i$ 番目の旋回位置 $\theta_i$ が規定範囲( $\theta_s + \theta_e$ )以外にない場合には、ステップ33に行く。ステップ33では、次の旋回位置 $\theta_i$ をクリヤし、ステップ34に行く。ステップ34では、次の掘削の位置は、旋回方向では最初の掘削位置の規定範囲 $\theta_s$ を指令する。また、前後方向では、最初の掘削開始位置 $S$ よりもバケットの前後方向の幅 $B_b$ を減算して求め、ステップ35で指令を出力する。すなわち、次の最初の掘削開始位置( $S - \Delta s$ )は、自動運転用制御部40より掘削開始旋回角度 $\theta_s$ 、ブーム掘削開始角度 $\alpha_s + \Delta\alpha_s$ 、アーム掘削開始角度 $\beta_s + \Delta\beta_s$ 、及び、バケット掘削開始角度 $\gamma_s - \Delta\gamma_s$ の指令が油圧制御弁23に出力される。ただし、このとき、 $\Delta\alpha_s$ 、 $\Delta\beta_s$ 、 $\Delta\gamma_s$ の角度はバケット16の前後幅 $B_b$ に相当する角度の変化量を示す。油圧制御弁23のブーム用、アーム用、バケット用、及び、旋回用を切換て油圧ポンプ22からの圧油をそれぞれのシリンダ及び旋回モータ17に供給し、旋回モータ17は最初と同じ位置に、ブーム、

アーム、及びバケットは前回よりも前後方向にバケット幅B bだけ異なった位置の次の掘削開始位置(S-Δs)に向かう。

【0033】ステップ36では、次の掘削開始位置(S-Δs)が前後方向でバケット幅だけ車体側に近づいたときに、ステップ12と同様に、掘削中のバケット16の刃先の高さがyciに対して所定の距離Yciにあり、しかも、下部走行体12に対する距離xciが所定の距離Xciにあるか、否かを判断している。すなわち、次の掘削開始位置(S-Δs)が所定の安息線上にある場合には、次に掘削するバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削するため、掘削作業はステップ37に行き終了する。ステップ36で所定の安息線上にない、まだ、次に掘削するバケット16の刃先が下部走行体12の下側の地面を掘削しないため、ステップ4に戻り、次の掘削を開始する。このことを繰り返して、所定の範囲の掘削を行う。

【0034】なお、上記実施例では、油圧ショベルを高台に設置し、その油圧ショベルによりダンプトラックあるいはクラッシャ等に土砂を投入するのに自動的に、かつ、容易に行える油圧ショベルの自動掘削方法で説明したが、油圧ショベルを地上に設置し、その油圧ショベルにより下方の土砂を掘削し、ダンプトラックあるいはクラッシャ等に土砂を自動的に投入することもできることはいうまでもない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法を説明するための側面図である。

【図2】本発明の油圧ショベル10により自動掘削方法を行うためのブロック図である。

【図3】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法に用いる記号を説明するための側面図である。

\*【図4】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法に用いる記号を説明するための平面図である。

【図5】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法を説明するための平面図である。

【図6】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法を説明するためのフローチャート図である。

【図7】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法を説明するためのフローチャート図である。

【図8】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法を説明するためのフローチャート図である。

【図9】本発明の油圧ショベルにより自動掘削方法を説明するためのフローチャート図である。

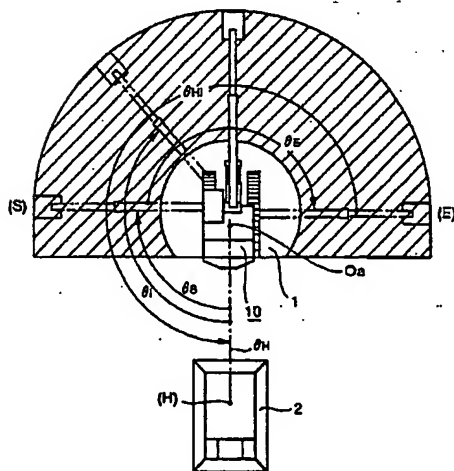
【図10】本発明の油圧ショベルでクラッシャに積み込む場合のバケットの回転を説明するための側面図である。

【図11】本発明の油圧ショベルでダンプトラックに積み込む場合のバケットの回転を説明するための側面図である。

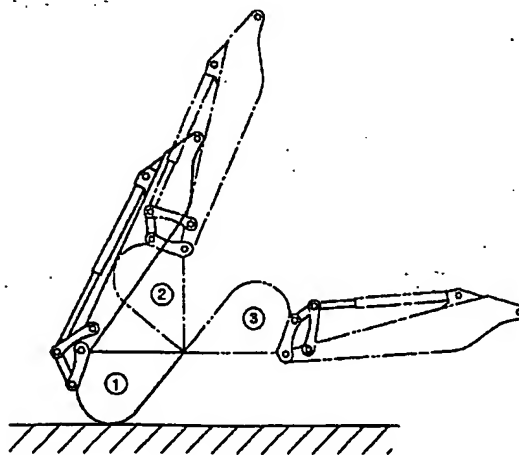
#### 【符号の説明】

- 1…台上、2…移動式クラッシャ、10…油圧ショベル、11…作業機、12…下部走行体、13…旋回体、14…ブーム、15…アーム、16…バケット、17…旋回モータ、18…ブームシリンダ、19…アームシリンダ、20…バケットシリンダ、21…エンジン、22…油圧ポンプ、23…油圧制御弁、24…電磁制御弁、30…車両用制御部、31…ブーム圧力センサ、32…アーム圧力センサ、33…バケット圧力センサ、35…ブーム角度検出センサ、36…アーム角度検出センサ、37…バケットストロークセンサ、38…旋回角度センサ、40…自動運転用制御部、41…無線用アンテナ、42…ラジコン操作パネル、43…ホッパ用発信装置、43a…ホッパ排土検出用センサ。

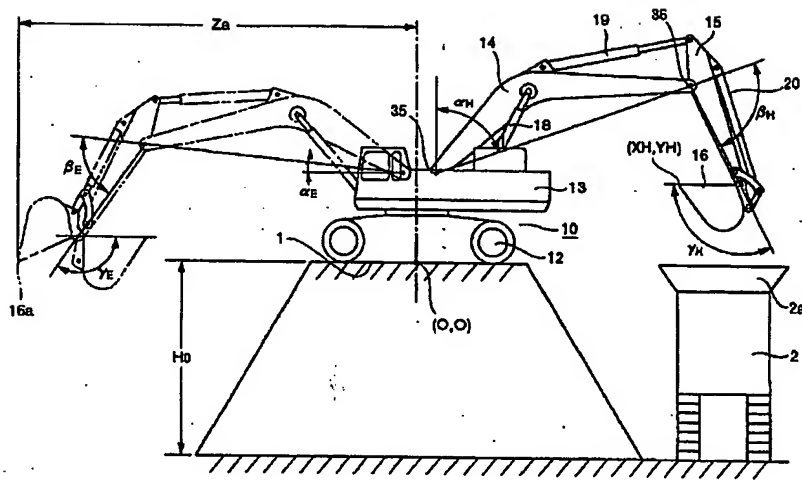
【図4】



【図10】

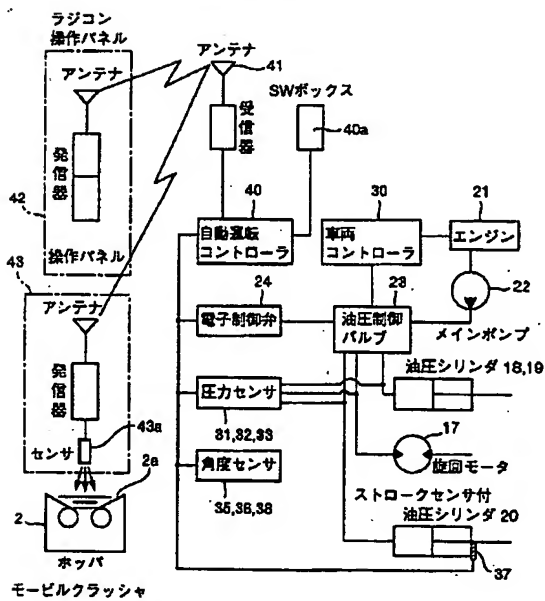


【図1】

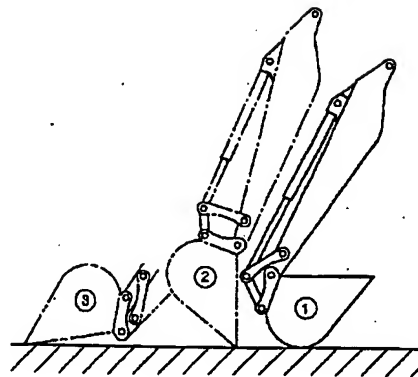


【図2】

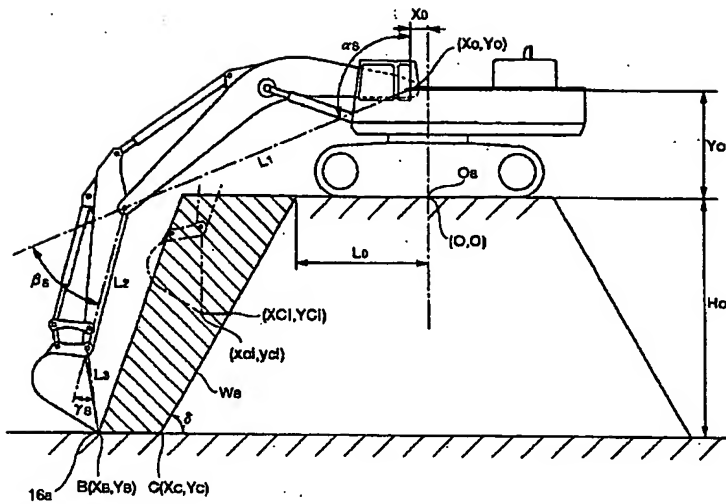
自動化システムの構成



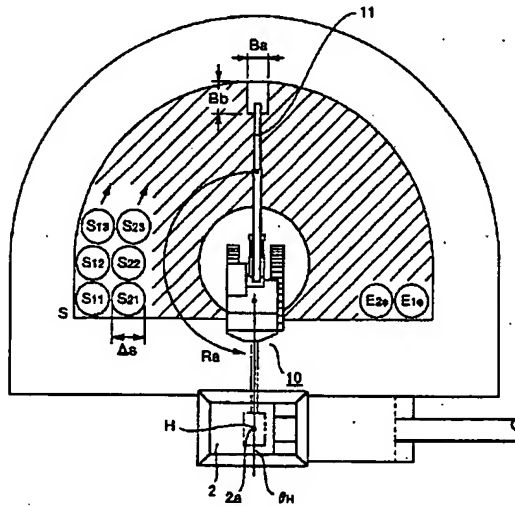
【図11】



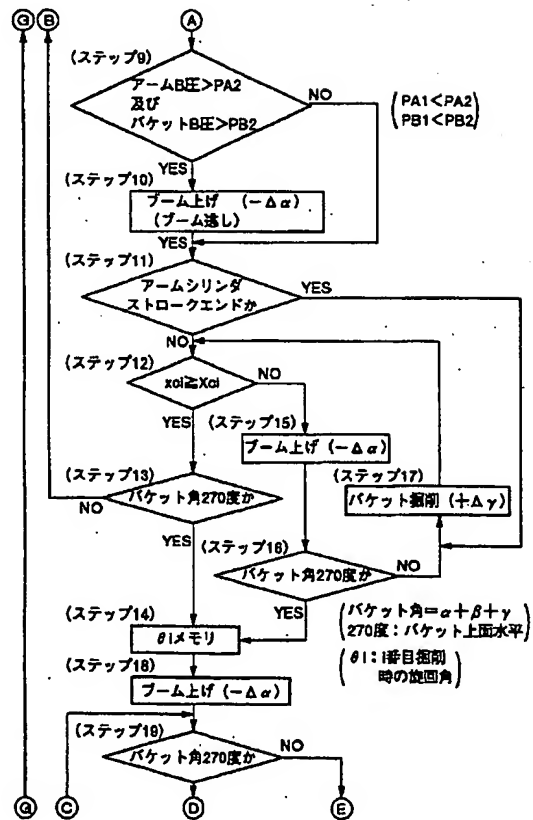
【図3】



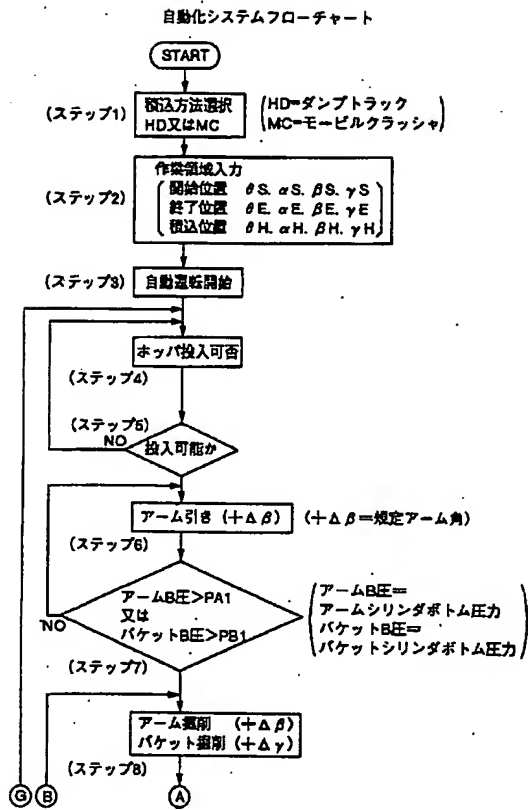
【図5】



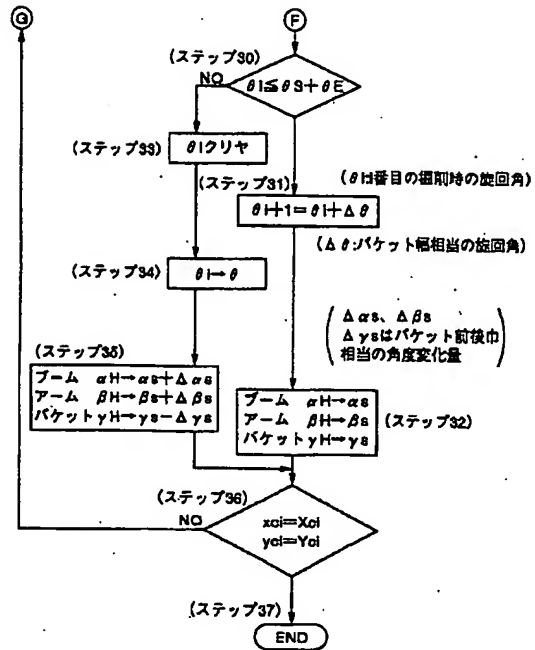
【図7】



【図6】



【図9】





【図8】

